BERICHTE

DER

DEUTSCHEN

BOTANISCHEN GESELLSCHAFT.

GEGRÜNDET AM 17. SEPTEMBER 1882.

FÜNFUNDVIERZIGSTER JAHRGANG.

BAND XLV.

MIT 2 BILDNISTAFELN, 17 TAFELN UND 99 TEXTABBILDUNGEN
IN 153 EINZELFIGUREN.

BERLIN-DAHLEM,
DEUTSCHE BOTANISCHE GESELLSCHAFT.
1927.

Mitgliederliste.

(Abgeschlossen am 15. März 1928.)

Ehrenmitglieder.

Bower, F. O., F. R. S., Professor der Botanik in **Ripon**, Yorkshire (England), 2 The Crescent. Erwählt am 12. September 1907.

Marloth, Dr. **Rudolf**, Professor in **Kapstadt** (Südafrika), P. O. Box 359. Erwählt am 27. November 1925.

Nawaschin, Dr. **Sergius**, Direktor des Timiriaseff Staatsinstitutes f. d. wissenschaftl. Naturforschung, in **Moskau**, Piatnitzkaja 48. Erwählt am 12. September 1907.

Prain, Sir **David**, F. R. S. in **Warlingham**, Surrey (England), The Well Farm. Erwählt am 12. September 1907.

Thaxter, Dr. **Roland**, Professor der Botanik an der Harvard-Universität in **Cambridge**, Mass. (U. S. A.), 7 Scott-Str. Erwählt am 12. September 1907.

de Vries, Dr. **Hugo**, Professor der Botanik an der Universität Amsterdam, in **Lunteren**, de Boeckhorst (Holland). Erwählt am 24. September 1891.

Winogradsky, Dr. **Sergius**, in **Paris**, Inst. Pasteur, rue Dutot 23. Erwählt am 12. September 1907.

Korrespondierende Mitglieder.

Andersson, Dr. **Gunnar**, Professor in **Djursholm** bei Stockholm.

Béguinot, Dr. **Augusto**, Professor und Direktor des Botanischen Institutes und Gartens der Universität in **Modena**.

Beijerinck, Dr. **M. W.**, Professor am Polytechnikum in Delft (Holland), in **Gossen** bei **Deventer**.

Bose, Sir **Jagadis Chunda**, Professor an der Universität, Direktor des Bose-Research-Institutes in **Calcutta**.

Briquet, Dr. **John**, Conservatoire et Jardin Botaniques, in **Genf**, La Console, Route de Lausanne 192.

Brotherus, Dr. **Viktor Ferdinand**, Professor in **Helsingfors**.

Buscalioni, Dr. **Luigi**, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens in **Palermo**.

Cajander, Dr. **A. K.**, Professor, Exzellenz, Generaldirektor der Finnischen Staatsforsten in **Helsingfors**.

Cavara, Dr. **Fr.**, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens in **Neapel**.

Chodat, Dr. **Robert**, ord. Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Instituts der Universität in **Genf**.

Christ, Dr. **Hermann**, Oberlandesgerichtsrat in **Riehen** bei Basel, Burgstraße 110.

Elfving, Dr. **Fredrik**, emer. Professor an der Universität in **Helsingfors**.

Guignard, Dr. **Léon**, Professor der Botanik **in Paris**.

Harper, **R. A.**, Professor an der Columbia-Universität in **New York** (U. S. A.).

Henriques, Dr. **J. A.**, emer. Professor der Botanik, Direktor des Herbariums in **Coimbra** (Portugal).

Hitchcock, **A. S.**, Senior Botanist in charge of Systematic Agrostology in **Washington** (D. C.), Department of Agriculture.

Ikeno, Dr. **S.**, Professor an der Universität in **Tokio**.

Juel, Dr. **Hans Oskar**, ord. Professor der Botanik an der Universität, Direktor des Botanischen Gartens und Museums in **Uppsala**.

Lecomte, Dr., Professor, Direktor der Botanischen Abteilung (Phanérogamie) am Musée d'Histoire Naturelle in **Paris**, Rue Cuvier.

Lopriore, Dr. **Giuseppe**, Professor der Botanik und Direktor am Botan. Laboratorium des R. Istituto Superiore Agrario in **Portici** (Neapel).

Mangin, Dr., Professor, Direktor am Musée d'Histoire Naturelle in **Paris**, Rue Cuvier.

Matsumura, Dr. **J.**, Professor an der Universität, Direktor des Botanischen Gartens in **Tokio**.

Merrill, **Elmer D.**, Professor, Dean of the College of Agriculture, University of California in **Berkeley** (U. S. A.), California.

Miyoshi, Dr. **Manabu**, Professor an der Universität in **Tokio**, Botan. Inst.

Murbeck, Dr. **Svante**, Professor, Direktor em. in **Lund** (Schweden).

Oliver, **F. W.**, F. R. S., Professor der Botanik am University College in London, Ballards Barn, **Limpsfield Common** (Surrey, England).

Penzig, Dr. **Otto**, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens in **Genua**.

Reiche, Dr. **Karl**, Professor in **München-Solln**, Sohnckestr. 1.

Ridley, **H. N.**, M. A., in **Kew** (England), Surrey, 7 Cumberland Rd.

Robinson, Dr. **B. L.**, Professor an der Universität und Kurator des Gray-Herbariums in **Cambridge**, Mass. (U. S. A.).

Scott, Dr. **D. H.**, in **East Oakley House,** Oakley, Hants (England).
Seward, A. C., Professor in **Cambridge,** The Master's Lodge, Downing College.
Stapf, Dr. **Otto,** in **Kew,** Surrey (England), 80 Bushwood Rd.
Trelease, William, Professor an der University of Illinois in **Urbana** (Illinois, U. S. A.).
Went, Dr. **F. A. F. C.,** ord. Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens in **Utrecht** (Holland), Nieuwe Gracht 187.
Wildeman, Dr. **Em. de,** Professor, Direktor des Botan. Gartens in **Brüssel.**
Willis, Dr. **John Chr.,** F. R. S. in **Deepdene,** Cambridge (England), Cavendish Avenue.

Mitglieder.

Abromeit, Dr. **Johannes,** a. o. Professor der Botanik an der Albertus-Universität in **Königsberg i. Pr.**, Goltzallee 28a.
Agamow, Saribek, Laborant für Botanik an der Universität in **Baku** (Kaukasus), Ulica Swobodi 98 (Birzevaja).
Agharkar, Dr. **Shankar P.,** Ghosh Professor der Botanik an der Universität in **Calcutta** (Brit.-Indien), Ballyganj Circular Road 35.
Åkermann, Dr. **Åke,** in **Svalöf** (Schweden), Sveriges Utsädesförening.
Alexandrov, Dr. **Wasily G.,** Professor der Anatomie und Physiologie der Pflanzen an der Universität in **Tomsk** (Sibirien), physiologisches Laboratorium.
Alexeev, Artemij I., Dozent an der Mittelasiatischen Staatsuniversität in **Taschkent** (Turkestan), Stalin 39.
Alvarado, Dr. **Salustio,** Professor der Naturgeschichte am Instituto Nacional de Segunda Enseñanza in **Tarragona** (Spanien), Carretera de Barcelona Nr. 3.
Anders, Gustav, Mittelschullehrer in **Charlottenburg 9,** Königin-Elisabeth-Str. 50.
Anderson, Dr. **Donald B.,** Assistent-Prof. of Botany am North Carolina State College in **Raleigh N. C.** (Amerika), bis Juni 1928 in **Wien I,** Universität, Pflanzenphysiologisches Institut.
André, Dr. **Hans,** Privatdozent f. Botanik in **Köln,** Alteburger Wall 12, IV.
Andres, Heinrich, Lehrer in **Bonn a. Rh.**, Argelanderstr. 124, II.
Appel, Dr. **Otto,** Geh. Regierungsrat, Direktor der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Honorarprofessor an der Landwirtsch. Hochschule, in **Berlin-Dahlem,** Königin-Luise-Str. 17.

Arisz, Dr. **W. H.,** Professor der Pflanzenphysiologie an der Reichsuniversität in **Groningen** (Holland), Nieuwe Kijkintjatstraat 84.

Arrhenius, Dr. **Olaf,** in **Stockholm,** Gamla Haga.

Arthur, Dr. **J. C.,** Professor em. der Botanik an der Purdue University, Agricultural Experiment Station, Department of Botany, in **Lafayette,** Indiana (U. S. A.).

Bach, Dr. **Heinrich,** Professor in **Stuttgart-Ost,** Teckstr. 81.

Bachmann, Dr. **Ewald,** Konrektor i. R., Realgymnasialprofessor i. R. in **Radebeul** bei Dresden, Moltkestr. 24.

Bachmann, Dr. **Fritz,** Privatdozent, 1. Assistent am Botanischen Institut der Universität in **Leipzig,** Linnéstr. 1.

Bachmann, Dr. **Hans,** Professor der Naturgeschichte an der höheren Lehranstalt des Kantons Luzern, in **Luzern,** Brambergstr. 5a.

Backer, C. A., in **Pasoeroean** (Java), Probolinggoweg 14.

Balde, Hans Th., Apotheker in **Braunschweig,** Heinrichstr. 55.

Baranow, P. A., Dozent der Botanik an der 1. Zentralasiatischen Universität (I. Sredneasiatsky universitet) in **Taschkent,** Turkestan.

Bartke, Richard, Oberstudienrat i. R., Professor, in **Cottbus,** Lessingstraße 1, I.

Baesecke, Dr. **Paul,** Apotheker in **Braunschweig,** Eiermarkt 1, Martini-Apotheke.

Bauch, Dr. **K.,** Studienrat an der Kirschner-Oberrealschule zu Berlin-Moabit in **Berlin NW 87,** Elberfelder Str. 36.

Bauch, Dr. **Robert,** Privatdozent in **Rostock,** Botanisches Institut, Doberaner Str. 143.

Baur, Dr. **Erwin,** o. Professor an der Landwirtschaftlichen Hochschule Berlin, Direktor des Instituts für Vererbungsforschung, in **Berlin-Dahlem,** Schorlemer Allee.

Bavendamm, Dr. **Werner,** Assistent mit Lehrauftrag für morpholog. u. system. Botanik in **Tharandt** bei Dresden, Forstliche Hochschule, Botanische Abteilung.

Beck-Mannagetta, Dr. **Günther,** Hofrat, Professor i. R., ehem. Vorstand des botan. Instituts der Deutschen Universität in **Prag** II/1965 Viničná ul. 3a.

Beck, Dr. **Olga,** Hochschulassistentin in **Wien XVIII,** Währinger Str. 196/198, 1. Stiege I/10.

Becker, Dr. **Karl Ernst,** Vorsteher der Botanischen Abteilung der Anhaltischen Versuchsstation Bernburg und der Hauptstelle für Pflanzenschutz in Anhalt, in **Bernburg a. S.,** Annenstr. 23, I.

Bedr Chan, Dr. **Terfik Aali,** Forstinspektor in **Angora** (Türkei).

Beer, Anton, Garteninspektor am Botan. Garten der Universität in **Innsbruck.**

Beger, Frau Dr. **Else,** in **Berlin-Grunewald,** Ilmenauer Str. 9b.

Beger, Dr. **Herbert,** Wissenschaftl. Mitarbeiter an der Preußischen Landesanstalt für Wasser-, Boden- und Lufthygiene in Berlin-Dahlem, in **Berlin-Grunewald,** Ilmenauer Str. 9b.

Béguinot, Dr. **Augusto,** Professor und Direktor des botanischen Instituts und Gartens der Universität in **Modena.**

Behrens, Dr. **Johannes,** Professor, Geh. Oberregierungsrat, in **Hildesheim,** Küchenthalstr. 15.

Behrisch, Richard, Assistent in **Göttingen,** Nikolausbergerweg 7, Hauptstelle für Pflanzenschutz der Landwirtschaftskammer für die Provinz Hannover.

Benecke, Dr. **Wilhelm,** o. Professor der Botanik, Direktor des Botan. Instituts und Gartens in **Münster i. W.,** Am Kreuztor 5.

Bergdolt, Dr. **Ernst,** in **München 19,** Nymphenburgerstraße 207.

Bergsten, Carl, Dipl.-Br.-Ingenieur in **Leipzig-Schleußig,** Oeserstr. 23, pt.

Bersa, Dr. **Egon,** a. o. Assistent am pflanzenphysiologischen Institut der Universität in **Graz** (Österr.), Schubertstr. 53.

Berthold, Dr. **Gottfried,** Geh. Regierungsrat, Professor in **Göttingen,** Wilhelm-Weber-Str. 33.

Bertsch, Karl, Reallehrer in **Ravensburg,** Karlstr. 8.

Bessey, Ernst Athearn, Ph. D., Professor der Botanik am Michigan State College in **East Lansing,** Michigan (U. S. A.), University Drive 213.

Bethge, Dr. **Hans,** Studienrat in **Potsdam-Wildpark.**

Beyer, Dr. **Adolf,** Hilfsassistent am Botanischen Institut der Universität in **Freiburg i. Br.,** Tivolistr. 34.

Bierbrodt, Wilhelm, Rektor der Städt. höheren Mädchenschule in **Kamen** (Westf.), Oststr. 15.

Blakeslee, Dr. **Albert F.,** Professor, Carnegie Station **Cold Spring Harbor,** L. I., N. Y., U. S. A.

Bleier, Dr. **Hubert,** Assistent an der Lehrkanzel für Phytopathologie der Hochschule für Bodenkultur in **Wien XVIII.**

Bloch, Dr. **Robert,** in **Charlottenburg 2,** Knesebeckstr. 83.

Blochwitz, Adalbert, Oberlehrer a. D. in **Berlin N 20,** Buttmannstr. 7, Hof l. Erdg.

Blum, Dr. **Gebhard,** Privatdozent in **Freiburg** (Schweiz), Bot. Institut d. Universität.

Boas, Dr. **Friedrich,** Professor der Botanik an der Hochschule f. Landwirtschaft und Brauerei Weihenstephan, in **Freising,** Heckenstallerstr. 4.

Bode, Dr. **Hans Robert**, Assistent am Botan. Institut der Universität in **Bonn a. Rhein**, Poppelsdorfer Schloß.

Bode, Dr., Assistent am Institut für Gärungsgewerbe in Berlin N, Seestr. 61, in **Hermsdorf** bei Berlin, Augusta-Victoria-Str. 3.

Bogen, Alfred, Magistratsschulrat in **Magdeburg**, Hohepfortestr. 62.

Böhmer, Karl, stud. rer. nat. in **Tübingen**, Martinstift.

Böning, Dr. **Karl**, wiss. Hilfsarbeiter an der bayr. Landesanstalt für Pflanzenbau und Pflanzenschutz in **München**, Liebigstr. 25.

Boresch, Dr. **Karl**, Professor für Pflanzenernährung an der Landw. Abteilung der Prager Deutschen Technischen Hochschule in **Tetschen-Liebwerd.**

Borissow, Georg, Assistent in **Wladikawkas** (Rußland), Agronomisches Institut.

Börner, Dr. **Carl**, Oberregierungsrat und Mitglied der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft zu Berlin-Dahlem, Leiter der Zweigstelle in **Naumburg a. S.**, Weißenfelser Str. 57.

Bortels, Dr. **Hermann**, Wissenschaftl. Assistent in **Berlin-Dahlem**, Lentze-Allee 56.

Boschan, Georg, Kaufmann, Gesellschafter der Firma Gebrüder Boschan in **Wien XIX**, Weimarer Str. 94.

Bose, **S. R.**, D. Sc., F. R. S. E., F. L. S., Professor der Botanik am Carmichael Medical College in **Calcutta** (Indien).

Brauner, Dr. **Leo**, Privatdozent in **Jena**, Botan. Institut.

Braunholz, Kuno, Studienrat in **Braunschweig**, Wachholtzstr. 3.

Bredemann, Dr. **Gustav**, Ordentl. Professor an der Universität und Direktor des Instituts für angewandte Botanik, in **Hamburg 36**, Bei den Kirchhöfen 14.

Bremekamp, Dr. **C. E. B.**, Professor am Transvaal University College, in **Pretoria** (Südafrika), Parkstraat 603.

Brenner, Dr. **Widar**, Dozent an der Universität in **Helsingfors**, Botan. Institut.

Breslawetz, Frau **Lidia P.**, in **Moskau**, Pjatnitzkaja 48, Institut für wissenschaftl. Forschung.

Brieger, Dr. **Friedrich**, in **Berlin-Dahlem**, Kaiser-Wilhelm-Institut für Biologie.

Bronsart von Schellendorf, Frl. Dr. **Huberta**. Anschrift z. Zt. unbekannt.

Bröske, Dr. **Max**, Schlachthof-Direktor in **Hindenburg O.-S.**, Glückaufstraße 32 A.

Brückner, Dr. **Gerhard**, in **Berlin-Lichterfelde**, Augustastr. 35.

Bücher, Dr. **Hermann**, Wirklicher Legationsrat a. D. in **Berlin NW 7**, U. d. Linden 78.

Bucherer, Dr. **Emil**, in **Basel**, Jurastr. 54.

Buchheim, Dr. **Alexander**, Dozent f. Phytopathologie an der Landwirtschaftl. Akademie in **Moskau** (Zentrum), Lobkowsky Pereulok 2, Wohnung 26.

Bucholtz, **Alexander F.**, Assistent für Pflanzenphysiologie am Missouri Botanical Garden in **St. Louis, Mo.** (U. S. A.).

Budde, Dr. **Hermann**, Studienassessor in **Dortmund**, Roonstr. 37.

Buder, Dr. **Johannes**, o. Professor und Direktor des Botanischen Instituts und Gartens d. Universität in **Greifswald**, Grimmerstraße 88.

Büren, Dr. **Günther v.**, Assistent am Botanischen Institut der Universität und Privatdozent an der Universität in **Bern**, Aebistr 11, I.

Burgeff, Dr. **Hans**, o. Professor d. Botanik und Direktor d. Botanischen Gartens und Instituts der Universität in **Würzburg**.

Burret, Dr. **Max**, Kustos am Botanischen Garten der Universität Berlin in Berlin-Dahlem, Königin-Luise-Str. 6/8, Wohnung in **Berlin-Steglitz**, Kleiststr. 23, II.

Buscalioni, Dr. **Luigi**, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens in **Palermo**.

Busse, Dr. **Julius**, o. Professor an der Forstlichen Hochschule in **Tharandt** (Sachsen), Johannisstr. 41.

Busse, Dr. **Walter**, Geh. Ob.-Reg.-Rat, Delegierter des Deutschen Reiches beim Internationalen Landwirtschaftsinstitut in **Rom (10)**, Villa Umberto I.

Buxbaum, Dr. **Franz**, emer. Universitäts-Assistent, in **Neubistritz** (Tschechoslowakei).

Cammerloher, Dr. **Hermann**, Privatdozent, Assistent am Botanischen Institut der Universität in **Wien III/3**, Rennweg 14.

Cavara, Dr. **Fridiano**, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens in **Neapel** (Italien), Foria Nr. 223.

Chodat, Dr. **Robert**, o. Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Instituts der Universität in **Genf** (Schweiz).

Cholodny, Dr. **Nikolaus**, Professor in **Kiew** (Ukraine), Botanisches Institut der Universität (I. N. O.).

Christensen, **Carl**, Museumsinspektor am Botanischen Museum in **Kopenhagen**, Skaanesgade 6.

Christiansen, **Marie**, in **Hamburg 36**, Institut für allgemeine Botanik, Jungiusstr. 6.

Christiansen, Dr. **Werner**, Assistent am Bakteriologischen Institut der Preuß. Versuchs- und Forschungsanstalt für Milchwirtschaft in **Kiel-Hassee**, Winterbekerweg 20.

Christiansen, Willi, Mittelschullehrer in **Kiel-Gaarden,** Brommystr. 36.

Christiansen-Weniger, Dr. **Friedrich,** in **Berlin-Dahlem,** Institut für Vererbungsforschung.

Claus, Dr. **Georg,** Assistent in **Freising-Weihenstephan,** Landwirtsch. Hochschule.

Clausen, Dr. **Peter Heinr.,** Mittelschullehrer in **Kiel,** Kleiststr. 27, II.

Claußen, Dr. **Peter,** o. Professor der Botanik in **Marburg** (Lahn), Deutschhausstr. 28, I.

Collander, Dr. **Runar,** in **Helsingfors** (Finnland), Auroragatan 13.

Correns, Dr. **C.,** Geh. Regierungsrat, Professor an der Universität, 1. Direktor d. Kaiser-Wilhelm-Instituts für Biologie, Mitglied der Akad. der Wissenschaften, in **Berlin-Dahlem,** Boltzmannstr.

Crüger, Dr. **Otto,** Direktor der Hauptstelle für Pflanzenschutz in **Königsberg i. Pr.,** Beethovenstr. 24/26.

Cullmann, Carl Phil. Herm., Studienrat an der Städtischen höheren Mädchenschule (Lyzeum i. E.), in **Idar** a. Nahe, Rheinland, Hauptstr. 83.

Cunze, Dr. **Reinhard,** Studienassessor in **Braunschweig,** Fasanenstr. 52.

Czaja, Dr. **Alphons Theodor,** Privatdozent in **Berlin-Dahlem,** Pflanzenphysiologisches Institut, Königin-Luise-Str. 1—3.

Czurda, Dr. **Viktor,** Assistent am pflanzenphysiologischen Institut der deutschen Universität in **Prag II,** Viničná 3a (Weinberggasse 3a).

Dahlgren, Dr. **K. V. Ossian,** Privatdozent an der Universität, Lektor am Volksschullehrerseminar in **Uppsala** (Schweden), Trädgårdsgatan 17.

Dahm, Dr. **Paul,** Assistent am Botan. Institut der Universität, in **Bonn,** Bennauerstr. 54.

Danilov, Dr. **A. N.,** Konservator am Botan. Garten in **Petersburg (Leningrad),** Pessotschnaja N 2.

Darbishire, Dr. **O. V.,** Professor in **Bristol** (England), Universität, Botany Department.

Degen, Dr. **Arpad von,** K. ung. Hofrat, Oberdirektor der K. ung. Samenkontrollstation, Dozent an der Universität in **Budapest II,** Kis-Rochusgasse 15.

Degenkolbe, Hans, Apotheker in **Siedenburg** (Hannover).

Dekaprelevitsch, Dr. **Leonard L.,** Professor am Polytechnischen Institut in **Tiflis** (Transkaukasien), Botanischer Garten.

Delitsch, Dr. **Heinrich,** Studienreferendar in **Lichtenstein-Callnberg,** Angergasse 1.

Demeter, Dr. **Karl J.**, in **Weihenstephan** b. Freising, Bakteriolog. Abteil an der Südd. Versuchs- u. Forschungsanstalt f. Milchwirtschaft.
Dengler, Dr. **Alfred**, Professor an der Forstl. Hochschule in **Eberswalde**, Brunnenstraße.
Detmer, Dr. **Wilhelm**, o. Professor der Botanik an der Universität in **Jena**, Botanisches Institut.
Diels, Dr. **Ludwig**, o. Professor an der Universität, Direktor d. Botan. Gartens und Museums in **Berlin-Dahlem**, Königin-Luise-Str. 6—8.
Dieterich, Dr. **Victor**, Oberforstrat in **Stuttgart**, Relenbergstr. 51, pt.
Dingler, Dr. med. et phil. **Hermann**, Hochschulprofessor a. D., in **Aschaffenburg** (Bayern), Grünewaldstr. 15.
Dittrich, Dr. **Gustav**, Prof., Studienrat in **Breslau 2**, Gottschallstr. 7.
Docters van Leeuwen, Dr. **W. M.**, Direktor des Botanischen Gartens in **Buitenzorg** (Java), s' Lands Plantentuin.
Dohrn, Dr. **Reinhard**, Leiter der Zoologischen Station in **Neapel**, Via Crispi 92.
Domontowitsch, **M. K.**, Wissenschaftlicher Mitarbeiter der Station für Pflanzenernährung und Düngung an der Landwirtschaftl. Akademie Petrowskoje-Rasumowskoje bei **Moskau.**
Donat, Dr. **Arthur**, in **Nowawes** bei Potsdam, Priesterstr. 74.
Döpp, Dr. **Walter**, Assistent am Botan. Institut in **Marburg a. L.**, Bingenstr. 51, pt.
Doerfel, **Franz**, Apotheker in **Braunschweig**, Botanisches Institut, Humboldtstr. 1.
Dörries, Dr. **Wilhelm**, Studienrat in **Berlin-Zehlendorf**, Gertraudstr. 10.
Dostál, Dr. **Rudolf**, Professor der Botanik a. d. tschech. Tierärztl. Hochschule u. Dozent a. d. tschech. Masaryk-Universität in **Brünn**, Pražská 69.
Drechsler, Dr. **Chas. F.**, Pflanzenpathologe, Bureau of Plant Industry, U. S. Department of Agriculture in **Washington**, D. C. (U. S. A.).
Dröge, **Ernst**, Lehrer in **Berlin S 59**, Jahnstr. 12.
Drude, Dr. **Oskar**, Geh. Rat, Professor i. R. in **Dresden-Weißer Hirsch** (Bühlau), Thornerstr. 6.
Dultz, **Alfred**, Buchhändler und Antiquar in **München**, Neuhauser Str. 16.
Dunzinger, Dr. **Gustav**, Professor, Konservator am Botan. Institut d. Techn. Hochschule in **München**, Neureuther Str. 25, IV.

Eberle, Dr. **Georg**, in **Offenbach a. M.**, Eisenbahnstr. 30.
Edman, **Gosta Waldemar.** Anschrift z. Zt. unbekannt.
Elßmann, Dr. **Emil**, Studienrat, Leiter der wissenschaftlichen Abteilung der höheren Staatslehranstalt f. Gartenbau Weihenstephan, in **Freising** b. München, Ruppstr. 23, II.

Emoto, Dr. **Yoshikadzu**, Mitglied des Tokugawa Biol. Institutes in **Ebara-Machi**, Ebara-Gun, Tokyo-Fu (Japan).

Engler, Dr. **A.**, Geheimer Oberregierungsrat, emer. o. Professor der Botanik, Mitglied der Akademie der Wissenschaften, in **Berlin-Dahlem**, Altensteinstr. 2.

Erman, Carl, Amanuensis am Botan. Institut in **Lund** (Schweden), Svanegatan 5.

Ernst, Dr. **Alfred**, Professor der Botanik und Direktor des Instituts für allgemeine Botanik an der Universität in **Zürich I**, Künstlergasse 16.

Esdorn, Dr. **Jlse**, Assistentin in **Hamburg**, Institut f. angew. Botanik, Bei den Kirchhöfen.

Esenbeck, Dr. **Ernst**, Konservator am Botanischen Institut in **München 38**, Pilarstr. 3, II, links.

Esmarch, Dr. **Ferdinand**, in **Dresden-A. 16**, Stübelallee 2, Abteilung Pflanzenschutz der Staatl. Landwirtschaftlichen Versuchsanstalt.

Espe, Dr. **William**, Studienrat in **Osterode a. Harz**, Obere Neustadt 6.

Esser, Dr. **Peter**, Universitätsprofessor, Direktor der Botanischen Institute in **Köln a. Rh.**, Vorgebirgstr. 37.

Ewert, Dr. **R.**, Professor in **Landsberg a. W.**, Roßwieserstr. 51.

Faber, Dr. **F. C. von**, Vorsteher der Botanischen Laboratorien, s'Lands Plantentuin in **Buitenzorg** (Java).

Fahrendorff, Ernst, Rektor in **Berlin N 31**, Graunstr. 11.

Falck, Dr. **Richard**, o. Professor d. techn. Mykologie an der forstlichen Hochschule in **Hann.-Münden**, Veckerhagener Str. 75.

Farenholtz, Dr. **Hermann**, Abteilungsvorsteher am Städt. Museum in **Bremen.**

Fassbender, Dr. **Paul**, Diplomlandwirt, in **Stuttgart**, Silberburgstr. 178.

Faull, Joseph Horace, Professor der Botanik an der Universität in **Toronto** (Canada), 11 Queens Park, Dept. of Botany.

Fedde, Dr. **Friedrich**, Professor, Herausgeber von Just's Botan. Jahresbericht, Herausgeber und Verleger des Repertorium specierum novarum regni vegetabilis und der Beihefte zum Repertorium, in **Berlin-Dahlem**, Fabeckstr. 49.

Fedtschenko, Boris, Universitätsprofessor, Hauptbotaniker am Bot. Garten in **Petersburg (Leningrad).**

Fehér, Dr. **Dániel**, Diplomingenieur, o. ö. Professor, Vorstand des Botan. Institutes und Gartens der K. Ungarischen Hochschule für Berg- und Forstingenieure in **Sopron** (Ödenburg), Ungarn.

Feldbausch, Dr. **Karl**, in **Mannheim**, Seckenheimer Str. 11.

Fiebrig, Dr. **Karl**, Direktor des Botanischen Gartens in **Asuncion**, Paraguay.

Figdor, Dr. **Wilhelm**, a. o. Univ.-Professor, Vorstand der pflanzenphysiolog. Abteilung der Biolog. Versuchsanstalt der Akademie d. Wissensch. in **Wien IV**, Wohllebengasse 9.

Filla, Dr. **Franz**, Ordenspriester in **Breslau X**, Rosenthaler Str. 31/32.

Finn, Dr. **Wladimir W.**, Professor der Botanik an der Universität und am Institut der Landwirtschaft in **Kiew** (Ukraine), Karawajewskaja Nr. 17—3.

Firbas, Dr. **Franz**, Assistent am Botanischen Institut der deutschen Universität in **Prag II**/1965 Viničná 3a.

Fischer, Dr. **Eduard**, Professor der Botanik an d. Universität, Direktor des Botan. Gartens in **Bern** (Schweiz), Kirchenfeldstraße 14.

Fischer, Dr. **Gustav**, Verlagsbuchhändler in **Jena**, Sellierstr. 8.

Fischer, Dr. **Hermann**, Privatdozent an der Technischen Hochschule in **München**, Herzogstr. 58, III.

Fischer, Dr. **Hugo**, in **Berlin-Steglitz**, Martinstr. 2, III.

Fitting, Dr. **Johannes**, o. Professor der Botanik, Direktor der Botan. Anstalten der Universität in **Bonn a. Rh.**, Poppelsdorfer Schloß.

Flerov, **B. K.**, Assistent am Botan. Institut der Universität in **Moskau**, Gr. Nikitskaja 6.

Flieg, Dr. **Oskar**, Biologe d. I. G. Farbenindustrie A.-G. (Bad. Anilin- u. Sodafabrik) in **Ludwigshafen a. Rh.**, Mendelssohnstr. 8.

Fomin, Dr. **Alexander**, Professor an der Universität, Direktor des Botanischen Gartens und Mitglied d. Ukrainischen Akademie d. Wissenschaften in **Kiew** (Ukraine), Kominternstr. 1.

Förster, Dr. **Karl**, Studienreferendar in **Plauen i. V.**, Böhlerstr. 32, I.

Forti, Dr. **Achille**, Professor in **Verona** (Italien), Via St. Eufemia 1a.

Franck, Frl. Dr. **Annfried**, Studienrätin in **Lüdenscheid i. W.**, Landwehrstr. 30.

Frase, **Richard**, Mittelschullehrer, in **Schneidemühl**, Grenzmark Posen-Westpr., Königstr. 15.

Fraude, Dr. **Hermann**, Studienrat in **Greifswald**, Lange Str. 67.

Freiberg, **Wilhelm**, Reichsbahn-Oberinspektor in **Trier a. d. Mosel**, Louis-Lintz-Straße 11.

Freund, Dr. **Hans**, Studienrat in **Halle a. S.**, Blumenstr. 19.

Frey, Dr. **Albert**, Privatdozent am pflanzenphysiolog. Laboratorium der Eidgen. Techn. Hochschule Zürich, in **Küsnacht-Zürich**, Bellaria.

Frey, **Lucy**, in **Riga**, Lettland, Bruninieku iela 53 dz. 6.

Fricke, Dr. **Georg**, in **Braunschweig**, Poststr. 9.

Friedrichs, Dr. **Gustav**, Wissenschaftlicher Assistent an d. Anstalt für Pflanzenschutz in **Münster i. W.**, Pius-Allee 32, p.

Fries, Dr. **Rob. E.**, Professor und Direktor des Bergianischen Gartens in **Stockholm 50.**

Friesen, Dr. **Georg**, Assistent am Botanischen Institut in **Braunschweig**, Humboldtstr. 1.

Fritsch, Dr. **F. E.**, Professor der Botanik am East London College, University of London; Privatadresse: **Danesmount**, Tower Hill, Dorking, Surrey (England).

Fritsch, Dr. **Karl**, Hofrat, o. ö. Universitätsprofessor, Direktor des Botan. Gartens der Universität in **Graz**, Holteigasse 6.

Fujii, Dr. **K.**, Professor der Botanik in **Tokio**, Botanisches Institut und Botanischer Garten der kais. Universität Koishikawa.

Funek, Emil, Anschrift z. Zt. unbekannt.

Funk, Dr. **Georg**, Professor der Botanik am Forstinstitut der Universität in **Gießen**, Bleichstr. 4.

Gaidukov, N. M., Professor an der Universität in **Minsk** (Rußland), Sowjetskaja 33.

Gaisberg, Frl. Dr. **Elisabeth von**, in **Tübingen**, Steinlachstr. 11.

Gams, Dr. **Helmut**, in **Wasserburg** am Bodensee, Biolog. Station, Mooslachen Nr. 17½.

Gassner, Dr. **Gustav**, o. Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Instituts und Gartens der Technischen Hochschule in **Braunschweig**, Humboldtstr. 1.

Gauba, Dr. **Erwin**, in **Wien II**, Nordwestbahnstr. 15.

Gäumann, Dr. **Ernst Albert**, Professor an d. Eidgen. Technischen Hochschule in **Zürich 6**, Schäppistr. 18.

Gehring, Dr. **Alfred**, Privatdozent für landwirtschaftliche Chemie, Vorstand der landwirtschaftl. Versuchsstation in **Braunschweig**, Hochstr. 17/18.

Geitler, Dr. **Lothar**, Universitätsassistent in **Wien III**, Botanisches Institut, Rennweg 14.

Gemeinhardt, Dr. **Konrad**, Polizei-Pharmazierat in **Berlin NW 21**, Bochumer Str. 18.

Georgescu, Dr. **Const. C.**, Assistent am Botan. Laboratorium der Techn. Hochschule in **Bukarest** (Rumänien), Scoala Politehnica.

Gertz, Dr. **Otto**, Dozent an der Universität, Gymnasialprofessor in **Lund** (Schweden), Botanisches Institut.

Geßner, Dr. **Albert**, Assistent am Weinbauinstitut in **Freiburg i. B**

Gewehr, Fritz, Apotheker in **Braunschweig**, Hagenring 47.

Giesenhagen, Dr. **Karl**, Geh. Reg.-Rat, o. Universitätsprofessor, Vorstand des Botanischen Instituts der Tierärztlichen Fakultät und des Botan. Instituts der Technischen Hochschule in **München**, Schackstr. 2, II.

Gießler, Dr. **Rudolf**, Kustos am Bot. Institut in **Leipzig**, Sidonienstr. 19.

Gilg, Dr. **Ernst**, Universitätsprofessor, Kustos und Professor am Botanischen Museum, in **Berlin-Dahlem**, Königin-Luise-Str. 6—8.

Gistl, Dr. **Rudolf**, Assistent am Tierärztlich-botanischen Institut in **München**, Gabelsberger Str. 51, III.

Gladbach, **Wilhelm**, Apotheker in **Köln**, Norbertstr. 38.

Gleisberg, Dr. **Walther**, Professor, Leiter des Instituts für gärtnerische Botanik und Pflanzenzüchtung der höheren Staatslehranstalt für Gartenbau in **Pillnitz a. E.**

Gleispach, Fräulein **Marie**, in **Wien XIII**, Auhofstr. 22.

Glück, Dr. **Hugo**, a. o. Professor der Botanik in **Heidelberg**, Lutherstr. 63.

Goebel, Dr. **K. Ritter von**, Geh. Rat, o. Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens und des Pflanzenphysiologischen Instituts in **München 38**, Menzinger Str. 15.

Goldschmied-Herrmann, Dr. **Alice**, in **Wien VII**, Lindengasse 15.

Gothan, Dr. **W.**, Professor, Kustos an der Geolog. Landesanstalt, Dozent an der Technischen Hochschule, in **Berlin W 57**, Bülowstr. 56.

Goethart, Dr. **J. W. C.**, Direktor des 's Rijks Herbarium in **Leiden** (Holland), Witte Singel 69.

Goetze, Frl. Dr. **Helene**, Oberlehrer in **Leipzig-Sellerh.**, Annenstr. 8.

Graebner, Dr. **Paul**, Kustos und Professor am Botanischen Garten zu Berlin-Dahlem, beauftragter Dozent an der Universität, in **Berlin-Lichterfelde**, Viktoriastr. 8.

Graebner, Dr. **Paul**, Wissenschaftl. Hilfsarbeiter am Westfäl. Provinzialmuseum f. Naturkunde in **Münster i W.**, Hollenbeckerstr. 27 b. Eversberg, Postablage: Prov.-Museum (Zoologischer Garten).

Gradmann, Dr. **Hans**, Privatdozent, in **Erlangen**, Bismarckstr. 17.

Graf, Dr. **Jacob**, in **Rüsselsheim a. Main**, Haßlocher Str. 48.

Grafe, Dr. **Viktor**, Professor an der Universität in **Wien VIII/2**, Hamerlingplatz 9.

Gran, Dr. **Haaken Hasberg**, Professor an der Universität Oslo in **Slemdal** bei **Oslo** (Kristiania), Norwegen, Botanisches Laboratorium der Universität Oslo.

Grințescu, Dr. **Jon**, Professor, Direktor d. Instit. f. allgem. Botanik in **Cluj** (Klausenburg), Rumänien.

Gropengießer, Dr. **Kurt**, in **Berlin NW 52**, Werftstr. 2.
Grosser, Dr. **Wilhelm**, Direktor der Agrikulturbotanischen Versuchsstation in **Breslau X**, Matthiasplatz 1.
Großheim, Dr. **Alexander A.**, Botaniker des Botan. Gartens u. Dozent am Polytechnischen Institut in **Tiflis** (Transkaukasien).
Grüß, Dr. **Johannes**, Professor, Studienrat in **Friedrichshagen** bei Berlin, Bruno-Wille-Str. 56.
Günther, Dr. **Franz**, in **Berlin SW 68**, Alexandrinenstr. 24.
Guttenberg, Dr. **Hermann Ritter von**, o. Professor, Direktor des Botanischen Instituts und Gartens in **Rostock**, John-Brinckman-Straße 7.
Györffy, Dr. **I.**, o. ö. Professor der allg. Botanik an der Franz-Josef-Univ. in **Szeged** (Ungarn), Iskola u. 29, I.

Haase-Bessell, Frau, **Gertraud**, in **Dresden-N.**, Hospitalstr. 3, II.
Haberlandt, Dr. **Gottlieb**, o. ö. Professor der Botanik an der Universität Berlin, Geh. Reg.-Rat, Mitglied der Akademie der Wissenschaften, in **Berlin-Wilmersdorf**, Berliner Straße 66.
Hagem, Dr. **Oscar**, Professor, Direktor des Botan. Laboratoriums in **Bergen** (Norwegen), Bergens Museum.
Hahne, **August Herm.**, Stadtrat in **Stettin-Nt.**, Dunkerstr. 19.
Håkansson, **Artur**, Privatdozent in **Lund** (Schweden), Kiliansgatan 14.
Haken, Frl. Dr. **Toni**, in **Münster i. W.**, Institut f. Pflanzenschutz und Samenuntersuchung, Südstr. 76.
Hämmerle, Dr. **Juan**, Studienrat an der Höheren Staatsschule in Cuxhaven, in **Süderwisch** bei **Cuxhaven**, Altenwalder Chaussee 43.
Hamorak, Dr. **Nestor**, Professor d. Botanik u. Phytopathologie am Landwirtschaftl. Institut in **Kamenetz-Podolsk** (Ukraine), Mychajtytschenkostr. 5.
Handel-Mazzetti, Dr. **Heinrich**, Kustos an d. Botan. Abteilung des Naturhistorischen Museums, in **Wien VIII**, Zeltgasse 1.
Hannig, Dr. **Emil**, Universitätsprofessor in **Münster i. W.**, Langenstr. 17.
Harder, Frau Dr. **Hilda**, in **Stuttgart**, Seestr. 70.
Harder, Dr. **Richard**, Professor d. Botanik, Vorstand des botanischen Instituts und Gartens der Technischen Hochschule in **Stuttgart**, Seestr. 70.
Harms, Dr. **Hermann**, Professor, Beamter an der Akademie der Wissenschaften, in **Berlin-Friedenau**, Ringstr. 44.
Harster, Dr. **Richard**, Reallehrer in **München**, Rupprechts-Kreisrealschule.
Hartmann, **Eduard**, Professor in **Wien III**, Sechskrügelgasse 14.

Hartmann, Dr. **Max**, Professor an der Universität, Mitglied des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Biologie in **Berlin-Dahlem**, Boltzmannstr.

Hartsema, Frl. Dr. **Annie M.**, Assistentin am Laboratorium für Pflanzenphysiologie in **Wageningen** (Holland), Landwirtschaftl. Hochschule.

Hasper, Dr. **Elisabeth**, Assistentin an der Hessischen Landwirtschaftlichen Versuchsstation in **Darmstadt**, Martinstr. 15.

Hassebrauk, **Kurt**, Apotheker in **Braunschweig**, Göttingstr. 9.

Haupt, Dr. **Hugo**, Professor, Nahrungsmittelchemiker in **Bautzen i. Sa.**, Mättigstr. 35.

Havelik, Dr. **Karl**, Regierungsrat in **Brünn**, Treppengasse 3.

Hayata, **Bunzo**, D. S., Professor der systematischen Botanik an der Kaiserl. Universität, Direktor des Bot. Gartens, Koishikawa, Tokyo, in **Tokyofuka**, Nishisugamomachi 2570.

Hecke, Dr. **Ludwig**, o. ö. Professor an der Hochschule für Bodenkultur in **Wien XVIII**, Hochschulstr. 17.

Hedlund, Dr. **Johan Theodor**, Professor in **Uppsala** (Schweden), Bävernsgränd 24.

Hegi, Dr. **Gustav**, a. o. Universitätsprofessor in München (z. Zt. beurlaubt), in **Küsnacht** (Kanton Zürich), Seestr. 25.

Heil, Dr. **Hans**, Privatdozent in **Darmstadt**, Roquetteweg 3.

Heilbronn, Dr. **Alfred**, Professor in **Münster i. W.**, Steinfurterstr. 39, II.

Heimlich, Dr. **L. F.**, Professor der Botanik an der Universität in **Valparaiso**, Indiana, U. S. A., University Place.

Heinemann, Dr. **Käthe**, Frau Studienrätin in **Cassel**, Weigelstr. 10.

Heinricher, Dr. **Emil**, o. ö. Professor der Botanik, Hofrat, Vorstand des Botanischen Instituts und Gartens der Universität in **Innsbruck**, Speckbacherstr. 18.

Heitz, Dr. **Emil**, Privatdozent an der Universität in **Hamburg**, Institut für allgemeine Botanik, Jungiusstr. 6.

Helming, **Theodor**, Studienassessor in **Osnabrück**, Brinkstr. 17.

Hemleben, Dr. **Johannes**, in **Kassel**, Am Philosophenweg 63, II.

Hennig, Fräulein **Luise**, Studienlehrerin in **München**, Leopoldstr. 79, III.

Heribert-Nilsson, Dr. **N.**, Dozent an der Universität Lund, in **Landskrona** (Schweden).

Herrig, Dr. **Friedrich**, Assistent in **Berlin-Steglitz**, Ahornstr. 17.

Herrmann, **Eugen**, Oberregierungs- u. Forstrat, Geheimer Regierungsrat, Dozent an der Universität in **Breslau VIII**, Forckenbeckstr. 8, II.

Herzfeld, Dr. **Stephanie**, in **Wien III**, Rennweg 14.

Hesmer, **Herbert**, stud. rer. for. in **Hann.-Münden**, Botan. Institut der Forstlichen Hochschule.

Hesse, Dr. ing. **Otto**, Studienrat in **Braunschweig**, Rosental 1a, II.
Hiller, Dr. **Waldemar**, Studienassessor in **Stettin**, Friedrichstr. 3.
Himmelbaur, Dr. **Wolfgang**, Privatdozent an der Universität, Vorstand des Laboratoriums für Arzneipflanzenkultur, Bundesversuchsanstalt in **Wien II**, Trunnerstr. 1—3.
Hinze, Dr. **Gustav**, Museumsdirektor in **Zerbst**, Friedrichsholzallee 42.
Hirmer, Dr. **Max**, a. o. Professor der Botanik und Paläobotanik an der Universität, in **München-Nymphenburg**, Maria-Ward-Str. 14.
Hochapfel, Dr. **Heinz**, in **Berlin-Dahlem**, Biolog. Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Königin-Luise-Str. 19.
Höfler, Dr. **Karl**, Privatdozent an der Universität in **Wien XIII 2**, Onno Kloppgasse 6.
Hoffmann, Dr. **Curt**, Assistent am Botan. Institut der Universität in **Kiel**, Feldstr. 61.
Hohenegger, Dr. **Heinrich**, Arzt in **Aflenz** (Steiermark), Landerziehungsheim.
Hollrung, Dr. **Max**, a. o. Professor der Pflanzenpathologie an der Universität in **Halle a. S.**, Dorotheenstraße 18.
Hopmann, **Otto**, Apotheker in **Münster i. W.**, Botanisches Institut.
Höppener, **Edgar**, Direktor a. D. in **Jena**, Pfaffenstieg 1.
Hosbach, **Otto**, stud. rer. nat. in **Witten/Ruhr**, Drei Könige 23.
Hosseus, Dr. **Carl Curt**, Ord. Prof. der Botanik an der nat. Universität Córdoba, ord. Mitglied d. Akademie d. Wissenschaften, in **Córdoba**, Rep. Argentina, Calle 27 de Abril 911, Casilla Correo 74.
Höstermann, Dr. **Gustav**, Dozent für Botanik, Vorsteher der Pflanzenphysiologischen Versuchsstation der Lehr- und Forschungsanstalt für Gartenbau Berlin-Dahlem, in **Berlin-Steglitz**, Schloßstr. 32A.
Huber, Frl. Dr. **Alwine**, in **Cannstatt**, Moltkestr. 14, I.
Huber, Dr. **Bruno**, Privatdozent an der Universität in **Freiburg i. B.**, Botanisches Institut.
Huber, Dr. **Josef A.**, Assistent am Institut f. Pflanzenzüchtung u. Pflanzenbau d. Hochschule f. Landwirtschaft u. Brauerei in **Weihenstephan**, Post Freising, Oberbayern.
Huber-Pestalozzi, Dr. med. et phil. **Gottfried**, Arzt in **Zürich VII**, Englischviertel 61.
Hunger, Dr. **F. W. T.**, in **Amsterdam** (Zuid), Holland, Van-Eeghen-Straat 52.
Hurter, **Ernst**, Kantonaler Lebensmittelinspektor in **Luzern**, Pilatusstr. 39.
Hustedt, Dr. phil. h. c. **Friedrich**, Lehrer in **Bremen 4**, Ingelheimer Str. 7.

Inouye, Choyo, Professor am Miyazaki-kotonorin-gakko (Miyazaki Agricultural College), in **Miyazaki** (Japan).

Irmscher, Dr. **E.,** Professor, ständiger Mitarbeiter am Institut f. allgem. Botanik und Kustos des Herbariums in **Hamburg 36,** Jungiusstr. 6.

Issatschenko, Dr. **Boris,** Professor, Direktor des Botanischen Gartens in **Petersburg (Leningrad).**

Istvánffi de Csikmadefalva, Dr. **Gyula von,** Professor der Botanik an der Ungarischen Technischen Universität in **Budapest I,** Gellért tér 4.

Iterson, Dr. **G. van,** Professor, Präsident des Nederlandsch-Indisch Landbouwsyndicaat in **Batavia,** N. O. I., Kantoor van het Algemeen Landbouw Syndicaat, Chartered Bank.

Ivanow, Dr. **Sergius L.,** Professor der Pflanzenphysiologie an der II. Moskauer Universität in **Moskau 34,** Krapotkin-Str. 15, I.

Iwanoff, Dr. **Leonid Alexandrowitsch,** Professor d. Anatomie und Physiologie d. Pflanzen am Forstinstitut in **Petersburg (Leningrad).**

Iwanoff, Dr. **N. N.,** Professor am Botan. Institut der Universität in **Petersburg (Leningrad).**

Jaccard, Dr. **Paul,** Professor d. Botanik am Pflanzenphysiolog. Institut d. Eidgen. technischen Hochschule in **Zürich,** Universitätstr. 2.

Jackel, Anton, Studienrat in **Schweinfurt,** Klingenbrunner Str. 8.

Jäger, Maria, stud. rer. nat. in **Münster i. W.,** Botanisches Institut.

Jaeger, Dr. **Richard,** Studienreferendar in **Lehndorf b. Braunschweig.**

Jahn, Dr. **Eduard,** o. Professor der Botanik an der Forstl. Hochschule in **Hann.-Münden,** Hindenburgplatz 7.

Jakowatz, Dr. **A.,** Professor an der Landwirtschaftlichen Akademie in **Tetschen-Liebwerd** (Böhmen).

Janchen, Dr. **Erwin,** a. o. Univ.-Professor, Regierungsrat, Vizedirektor des Botanischen Gartens der Universität in **Wien III/I,** Ungargasse 71.

Jaretzky, Dr. **Robert,** Assistent am Botan. Institut d. Universität, in **Kiel,** Brunswiker Str. 22.

Jesenko, Dr. **Frank,** o. ö. Universitätsprofessor in **Laibach (Ljubljana)** S. H. S. (Jugoslavien), Botanisches Institut.

Jimbo, Dr. **Tadao,** in **Tokio-Fu** (Japan), Tokugawa Biologisches Institut, Hiratsuka-machi, Ebara-gun.

Jost, Dr. **Ludwig,** o. Professor der Botanik und Direktor des Botan. Gartens der Universität **Heidelberg,** Handschuhsheimer Landstr. 4.

Jungmann, Dr. **Wilhelm**, Botaniker in **Erfurt**, Dammweg 11.
Junk, Dr. phil. h. c. **Wilhelm**, Verlagsbuchhändler in **Berlin W 15**, Sächsische Str. 68.
Juridšić, Dr. **Peter**. Anschrift z. Zt. unbekannt.
Jüssen, **Frz. Josef**, Apotheker in **Kaldenkirchen** (Rhld.), Apotheke.

Kallenbach, **Franz**, Lehrer in **Darmstadt**, Frankfurter Str. 57.
Kalt, **Bertram**. Anschrift z. Zt. unbekannt.
Kaltenbach, **Paul**, Studienrat in **Düsseldorf**, Hoffelderstr. 3, III.
Kappert, Dr. **Hans**, Saatzuchtleiter der Gebr. Dippe A.-G. in **Quedlinburg**, Neuerweg 17.
Karrer, **Siegmund**, Garteninspektor und Prokurist in **Erfurt**, Bellingstraße 13.
Karsten, Dr. **George**, o. Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Institutes der Universität in **Halle a. S.**, Kirchtor 1.
Kaßmann, Dr. **Franziska**, in **Bonn**, Münsterplatz 18, III.
Kaufmann, Frl. Dr. **Katharina**, in **Dortmund**, Hohensyburgstr. 30.
Kavina, Dr. **Karel**, o. ö. Professor der Botanik an der tschechischen Techn. Hochschule in **Prag**, Vinohrady 58, Grebovka.
Kayser, Dr. **Rudolf**, Wissenschaftl. Hilfsarbeiter am Institut f. angewandte Botanik in **Hamburg 36**, Bei den Kirchhöfen 14.
Kegel, Dr. **Werner**, Oberlehrer in **Bremen**, Braunschweiger Str. 5.
Keissler, Dr. **Karl**, Direktor an der botanischen Abteilung des naturhistorischen Museums in **Wien I/1**, Burgring 7.
Keller, Dr. **Boris**, Professor am Landwirtschaftl. Institut in **Voronesch** (Rußland).
Keller, **Emilie Ph.**, Assistentin der Abteilung f. angewandte Botanik der Versuchsstation der Landwirtschaftlichen Hochschule in **Voronesch** (Rußland).
Kellner, Dr. **Karl**, Studienrat in **Osnabrück**, Herderstr. 15.
Kemmer, Dr. **Erich**, Assistent am Botan. Institut der Universität in **Gießen**, Roonstr. 36, II.
Kerckhoff, **Hermann**, Apotheker in **Münster i. W.**, Botan. Institut.
Kern, **Frank D.**, Professor d. Botanik, Dean of the Graduate School, The Pennsylvania State College, in **Philadelphia** (U. S. A.), West Fairmount Avenue 116.
Keydel, Dr. med. **Karl**, in **Dresden-A. 1**, Viktoriastr. 4/6.
Kiesel, **Alexander**, Professor an der 1. Universität in **Moskau**, Pjatnitskaja 48.
Kießling, Dr. **Ludwig**, Geh. Rat, o. Professor a. d. Techn. Hochschule, in **München-Pasing**, Kleiststr. 8.

Kirchhoff, Heinrich, Apotheker und Nahrungsmittelchemiker in **Braunschweig**, Campestr. 16.

Kirschstein, Wilhelm, Mittelschulrektor in **Berlin-Pankow**, Neue Schönholzer Str. 13, II.

Kisser, Dr. **Josef**, Privat-Dozent und Assistent am Pflanzenphysiol. Institut der Universität in **Wien XIII/5**, Baumgartenstr. 93.

Kjellberg, G., Studienrat in **Lidköping** (Schweden).

Klebahn, Dr. **Heinrich**, Honorar-Professor a. d. Universität, Institut für allgemeine Botanik, in **Hamburg**, Curschmannstr. 27.

Klein, Dr. **Edm. Jos.**, Professor in **Luxemburg**, Äußerer Ring 20, Villa Flora.

Klein, Dr. **Gustav**, wirkl. a. o. Professor am Pflanzenphysiol. Institut der Universität in **Wien XIX/3**, Kahlenbergerdorf, Wiegandgasse 27.

Klein, Dr. **Ludwig**, o. Professor der Botanik a. D., Geh. Hofrat, Direktor des Botanischen Instituts und des Botanischen Gartens der Technischen Hochschule in **Karlsruhe i. B.**, Kaiserstr. 2, Botanisches Institut.

Klencke, Dr. **Heinrich**, Studienrat a. d. Goetheschule in **Essen** (Ruhr), Bismarckstr. 21, II.

Klika, Dr. **Jaromír**, Dozent an der tschechischen Techn. Hochschule in **Prag** (Praha Košíře), Václavka 333.

Klug, Dr. **Gustav**, in **Mähr.-Trübau**, Josefsgasse 3.

Kneucker, Joh. Andreas, Kustos der Badischen Landessammlung für Naturkunde in **Karlsruhe**, Werderplatz 48.

Kniep, Dr. **Hans**, o. Professor der Botanik und Direktor des Pflanzenphysiologischen Instituts der Universität in **Berlin-Dahlem**, Königin-Luise-Str. 1—3.

Knischewsky, Frl. Dr. **Olga**, in **Wiesbaden**, Rheinstr. 34.

Knoke, Dr. **Franziska**, Studienassessorin in **Bochum** i. Westf., Kurfürstenstr. 8.

Knoll, Dr. **Fritz**, o. ö. Prof. d. Botanik, Vorstand des botan. Instituts und Direktor des botan. Gartens der deutschen Universität in **Prag II**, Viničná 3a.

Kohfeldt, Professor, Univers.-Oberbibliothekar in **Rostock i. M.**

Köhler, Dr. **Erich**, Wissenschaftl. Hilfsarbeiter an der Biologischen Reichsanstalt f. Land- u. Forstwirtschaft, in **Berlin-Steglitz**, Vionvillestr. 12.

Kôketsu, Dr. **Riichiro**, Professor der Pflanzenphysiologie an der Kaiserl. Kyushu-Universität in **Fufuoka** (Japan), Botanisches Institut.

Kolbe, Dr. **Robert W.**, in **Berlin W 30**, Landshuter Str. 4.

Kolkwitz, Dr. **Richard,** Dr. med. h. c., a. o. Professor, Abteilungsleiter in der Preuß. Landesanstalt für Wasser-, Boden- und Lufthygiene, Berlin-Dahlem, in **Berlin-Steglitz,** Rothenburgstr. 30.

Kolumbe, Dr. **Erich,** in **Kiel-Gaarden,** Elisabethstr. 93.

Komarnitzky, N. A., Assistent an der Universität in **Moskau,** Tichwinsky pereulok, Haus 9, Wohnung 13.

Koenen, Otto, Stadtrechtsrat a. D., Rechtsanwalt in **Münster i. W.,** Stolbergstr. 11.

Koningsberger, Dr. **V. J.,** Direktor der Zuckerversuchsstation in **Pasuruan** (Java, Niederl.-Indien).

Konowalow, Theophan, Assistent am Kabinett f. Pflanzenzüchtung des Gorskij Landwirtschaftl. Instituts in **Wladikawkas** (Rußland, Nordkaukasien).

Konstanty, Dr. **Ewald,** Apotheker in **Charlottenburg 5,** Dernburgstraße 52, pt.

Koppe, Dr. **Fritz,** Lehrer in **Kiel-Wgdf.,** Wehdenweg 64.

Kordes, Dr. **Herbert,** in **Neustadt a. d. Haardt,** Staatl. Lehr- und Versuchsanstalt für Wein- und Obstbau.

Koriba, Kwan, Professor der Botanik an der Kaiserl. Universität in **Kioto** (Japan), Botan. Institut.

Koernicke, Dr. **Max,** o. Professor an der Landwirtschaftl. Hochschule, Hon.-Professor an der Universität, in **Bonn,** Zülpicher Str. 11.

Korschikoff, Dr. **K.,** Professor in **Charkow,** Klotschkowskaja 50.

Korte, Rudolf, Gartendirektor der Stadt **Essen** (Ruhr), Am Stadtgarten 5.

Kostytschew, Dr. **S.,** Mitglied d. russ. Akad. d. Wissenschaften, Professor an d. Universität in **Petersburg (Leningrad),** Universität, Pflanzenphysiologisches Laboratorium.

Kotte, Dr. **Walter,** Regierungsbotaniker in **Freiburg i. Br.,** Fichtestr. 26.

Kozo-Poljanski, Boris Michailowitsch, o. Professor d. Botanik und Direktor des Botan. Instituts d. Universität, Dozent d. Phytopathologie a. d. Landwirtschaftlichen Hochschule, in **Voronesch** (Rußland), B. Djewitzkaja 21, Wohng. 1.

Krascheninnikow, Theodor, Professor an der Universität in **Moskau,** Botanisches Laboratorium.

Krasnosselsky-Maximow, Frau **T. A.,** Professor des Pädagogischen Instituts in **Petersburg (Leningrad),** Zeliabova (große Koniuschennaia) str. 1, w. 7.

Kraupa, Marianne, cand. phil. in **Wien III,** Marrokkanergasse 3.

Krause, Dr. **Kurt,** Kustos und Professor am Botanischen Museum der Universität, in **Berlin-Dahlem,** Lentzeallee 24.

Kräusel, Dr. **Richard,** Privatdozent in **Frankfurt a. M. I,** Platz der Republik 24.

Krieger, Dr. **Willi,** Freiw. Wissenschaftl. Mitarbeiter an d. Preuß. Landesanstalt f. Wasser-, Boden- und Lufthygiene in Berlin-Dahlem, in **Berlin N 113,** Bornholmer Str. 79.

Kroemer, Dr. **Karl,** Professor, Vorsteher des Pflanzenphysiologischen Instituts in **Geisenheim a. Rh.**, Lehr- und Forschungsanstalt f. Wein-, Obst- u. Gartenbau.

Krull, Rudolf, Apotheker u. Sachverständiger für Holzzerstörung durch Pilze, in **Breslau X,** Rosenthaler Straße 45.

Krumbholz, Dr. **Gottfried,** Assistent an der Pflanzenphysiol. Versuchsstation der Lehr- und Forschungsanstalt in **Geisenheim a. Rh.,** Rappstr. 4.

Kubart, Dr. **Bruno,** a. o. Professor an d. Universität, Vorstand des phytopaläontologischen Laboratoriums in **Graz** (Österreich), Holteigasse 6.

Kuckländer, Erich Theodor, cand. phil. in **Berlin-Schöneberg,** Post **Friedenau,** Ceciliengärten 41, III.

Kudo, Dr. **Yushun,** Professor der Botanik an der Taiwan Imperial University in **Taihoku** (Formosa).

Kulke, Joachim, Studienassessor in **Goldberg i. Schles**, Trotzendorfplatz 5.

Kunert, Anneliese, in **Hamburg,** Wichernsweg 3.

Kuntzen, Dr. **Heinrich,** Kustos am Zoolog. Museum, in **Berlin-Siemensstadt,** Nonnendammallee 85.

Kunze, Dr. **Gustav,** Studienrat in **Berlin-Lichterfelde-W.,** Staatliche Bildungsanstalt Zehlendorferstr. 52.

Kupper, Dr. **Walter,** Hauptkonservator am Botan. Garten, in **München-Nymphenburg,** Menzingerstr. 17.

Kursanow, Dr. **L.,** Professor am Botan. Inst. d. Univers. in **Moskau,** Gr. Nikitskaja 6.

Kurschat, Dr. **Margarete,** Studienassessorin in **Altona,** Goethestr. 10, II.

Küster, Dr. **Ernst,** o. Professor der Botanik, Herausgeber der „Zeitschrift für wissenschaftliche Mikroskopie", in **Gießen,** Brandplatz 4.

Kylin, Dr. **Harald,** Professor an der Universität in **Lund** (Schweden), Botanisches Institut.

La Garde, Dr. **Roland V. L.,** Wissenschaftlicher Assistent am Missouri Botanical Garden in **St. Louis,** Mo., U. S. A., 2315 Tower Grove Avenue.

Laibach, Dr. **F.,** Privatdozent in **Frankfurt a. M.-Süd 10,** Vogelweidstr. 14.

Lakon, Dr. **Georg**, Professor in **Hohenheim** bei Stuttgart.

Lakowitz, Dr. **Konrad**, Oberstudienrat i. R., Professor in **Danzig**, Brabank 3.

Lamprecht, Wilhelm, Studienrat in **Berlin-Friedenau**, Goßlerstr. 17.

Lange, Dr. **Siegfried**, Assistent am Botan. Institut d. Universität in **Greifswald i. P.**, Bleichstr. 13/14, I.

Langendorff, Johannes, cand. rer. nat. in **Jena**, Botanisches Institut.

Langer, Frau Dr. **Helene**, in **Jena**, Beethovenstr. 15.

Lauterbach, Dr. **Carl**, Professor in **Stabelwitz**, Post Deutsch-Lissa.

Lebedincev, Frl. Dr. **Elisabeth**, in **Petersburg (Leningrad)**, Institut f. angew. Botanik, Herzenstr. 44.

Lehmann, Dr. **Ernst**, o. Professor der Botanik und Direktor des botanischen Instituts und Gartens der Universität in **Tübingen**, Wilhelmstr. 5.

Lehmann, **Gustav**, Professor, Gymnasiallehrer i. R. in **Templin** (Uckermark), Joachimsthalsches Gymnasium.

Leick, Dr. **Erich**, o. Professor für Botanik und Pharmakognosie an der Universität in **Greifswald**, Arndtstr. 31.

Leick, Dr. **Marie**, geb. **Schultz**, in **Greifswald**, Arndtstr. 31.

Leininger, Dr. **Hermann**, Professor, Konservator an den Badischen Landessammlungen für Naturkunde in **Karlsruhe**, Kaiserallee 115.

Leisering, Dr. **Bruno**, Professor, Studienrat in **Berlin NO 43**, Am Friedrichshain 15.

Lenz, Dr. **Wilhelm**, in **Mannheim C. 8/3**, Institut f. Warenkunde.

Lepeschkin, Dr. **W. Wlad.**, Professor in **Prag II**, Benatzka 433, Pflanzenphysiolog. Institut der Universität.

Levine, Michael, Biologe und Cytologe, Laboratory Division, Montefiore Hosp. in **New York City**, U. S. A., University Ave. 1646.

Lewitsky, **Gregor**, Professor, Leiter der Zytolog. Abteilung in dem Institut für Angewandte Botanik in **Petersburg (Leningrad)**, Herzenstr. 44.

Liese, Dr. **Johannes**, Privatdozent, Assistent am Botan. Institut der Forstl. Hochschule in **Eberswalde**, Kaiser-Friedrich-Str. 25.

Lieske, Dr. **Rudolf**, Professor d. Botanik, Leiter d. Bakteriolog. Abteilung am Kaiser-Wilhelm-Institut für Kohlenforschun in **Mülheim a. d. Ruhr**.

Lilienstern, Frau **Marie**, Assistentin am Staatsinstitut für wissenschaftliche Pädagogik in **Petersburg (Leningrad)**, Ulica Krasnych Zor 54, kw. 14.

Lim, C. T., L. 22 Lak Kee Tah. Kulangsu, in **Amoy**, China.

Limpricht, Dr. **W.**, Studienrat in **Breslau 10**, Waisenhausstr. 12, pt.

Lindenbein, Dr. **Werner**, in **Bonn-Poppelsdorf**, Meckenheimer Allee 106.

Lindner, Dr. **Paul,** Professor am Institut für Gärungsgewerbe zu Berlin N 65, in **Charlottenburg 4,** Sybelstr. 9, II.

Lingelsheim, Dr. **Alexander von,** Privatdozent f. Pharmakognosie an der Universität, Dozent f. Botanik an der Techn. Hochschule, Assistent am Botanischen Garten und Museum der Universität in **Breslau XVI,** Piastenstr. 11.

Linsbauer, Dr. **Karl,** Univers.-Prof. in **Graz** (Steiermark), Österreich, Liebiggasse 7.

Linsbauer, Dr. **Ludwig,** Professor, Direktor i. R. der Bundes-Lehr- und Versuchsanstalt für Wein-, Obst- und Gartenbau in Klosterneuburg, in **Weidling** b. Wien, Herthergasse 5.

Lippmaa, Dr. **Theodor,** Privatdozent für Botanik an der Universität in **Tartu** (Dorpat), Estland, Lossi tänav 15, W. 8.

Lohwag, Dr. **Heinrich,** Gymnasialprofessor in **Wien III,** Rennweg 2.

Lopriore, Dr. **Giuseppe,** Professor der Botanik, Direktor am Botan. Laboratorium des R. Istituto Superiore Agrario in **Portici** (Neapel).

Lorbeer, Dr. **Gerhard,** Assistent am Botan. Institut der Universität in **Freiburg i. Br.**

Lorch, Dr. **Wilhelm,** Professor, Studienrat in **Berlin-Friedenau,** Fregestr. 7.

Losch, Dr. **Hermann,** Botaniker an der Landw. Versuchsstation in **Limburgerhof,** Post Mutterstadt II, Rheinpfalz.

Loesener, Dr. **Theodor,** Professor in **Berlin-Steglitz,** Humboldtstr. 28.

Ludewig, Georg, Garteninspektor in **Münster i. W.,** Botanischer Garten.

Ludwig, Dr. **Alfred,** Studienrat in **Siegen i. W.,** Sandstr. 30.

Ludwig, Dr. **Oskar,** Assistent am Institut für landwirtschaftliche Bakteriologie in **Göttingen,** Planckstr. 1.

Ludwigs, Dr. **Karl,** Professor, Direktor der Hauptstelle für Pflanzenschutz der Landwirtschaftskammer für die Provinz Brandenburg und für Berlin in Berlin-Dahlem, in **Berlin-Steglitz,** Mommsenstraße 54, II.

Lundegårdh, Dr. **Henrik,** Professor, Direktor der Ökologischen Station der Hallands Väderö, Vorstand d. Botan. Abteilung d. Centralanstalten f. Jordbruksförsök in **Stockholm,** Experimentalfältet.

Lünschermann, Fr., Lehrer in **Kirchlinde** bei Dortmund, Wasserstraße 9.

Lutman, Benjamin F., Professor der Pflanzenpathologie an der Universität, Pflanzenpathologe an der Agricultur Experiment Station in **Vermont** (U. S. A.), 111 North Prospect St., Burlington.

Luetzelburg, Dr. **Philipp von**, Botanico da Inspectoria Federal de obras contra as Seccas in **Rio de Janeiro.**

Lvoff, Dr. **Sergius**, Prof. am Medizin. Staatsinstitut in **Petersburg (Leningrad)**, Universität.

Mäckel, Dr. **Hans**, Assistent am botanischen Institut der Landwirtschaftlichen Hochschule in **Berlin**, Invalidenstr. 42.

Magdeburg, Dr. **Paul**, in **Leipzig N. 22**, Eisenacher Str. 40.

Magnus, Dr. **Werner**, Professor an der Universität in **Berlin W 35**, Karlsbad 4 a.

Mágocsy-Dietz, Dr. **Sándor**, Professor der Botanik an der Budapester Universität in **Budapest VIII**, Ungarn, Illésstr. 25.

Maire, Dr. **R.**, Professor an der „Faculté des Sciences de l'Université", Botan. Laboratorium in **Algier.**

Malakates, Dr. **Spiros**, Assistent an der Universität in **Athen.**

Mansfeld, Dr. **Rudolf**, Assistent am Botan. Museum zu Dahlem, in **Berlin-Lichtenberg**, Möllendorfstr. 117.

Markgraf, Dr. **Friedrich**, Privatdozent an der Universität Berlin, Assistent am Botan. Museum in Berlin-Dahlem, in **Berlin-Friedenau**, Albestr. 23.

Masubuchi, **Tisuke**, Professor an d. Koto Norin Gakko (Land- und Forstwirtschaftl. Hochschule) in **Tsu Mieken** (Japan).

Mattick, Dr. **Fritz**, Studienassessor und Hilfsassistent am Botan. Institut der S. Techn. Hochschule in **Dresden-A.**, Pestalozzistr. 23.

Mattfeld, Dr. **Johannes**, Kustos am Botan. Garten in **Berlin-Dahlem**, Königin-Luise-Str. 6/8.

Maurizio, Dr. **A.**, Professor an der Universität in **Warschau**, Akademicka 3.

Maximow, Dr. **Nicolaus A.**, Professor in **Petersburg (Leningrad)**, Zeliabova(große Koniuschennaia)str. 1, w. 7.

Medisch, Dr. **Mark Nikolajewitsch**, in **Gorki** (Weißrußld.), Land- u. forstwirtschaftl. Akademie.

Meigen, Dr. **Friedrich**, Oberstudienrat, Professor in **Dresden-A. 16**, Holbeinstr. 107.

Melchior, Dr. **Hans**, Oberassistent am Botan. Museum in **Berlin-Dahlem**, Königin-Luise-Str. 6—8.

Merkenschlager, Dr. **F.**, Regierungsrat, Vorstand des Botan. Laboratoriums der Biolog. Reichsanstalt in **Berlin-Dahlem.**

Metzner, Dr. **Paul**, Privatdozent in **Berlin-Dahlem**, Königin-Luise-Straße 1—3, Pflanzenphysiolog. Institut.

Mevius, Dr. **Walter**, Privatdozent an der Universität, in **Münster i. W.**, Annenstr. 11, I.

Meyer, Dr. **Adolf**, Bibliotheksrat, Privatdozent an der Universität in **Hamburg 26**, Sievekingsallee 10, I.

Meyer, Dr. **Fritz Jürgen**, Privatdozent an d. Technischen Hochschule in **Braunschweig**, Damm 34.

Meyer, Dr. **K. J.**, Professor in **Moskau I.**, Mestschanskaja-Straße 28, Bot. Garten d. Universität.

Michaelis, Dr. **Peter**, 1. Assistent am Botan. Institut der Techn. Hochsschule in **Stuttgart**.

Middendorff, Dr. **E.**, Assistent in **Braunschweig**, Botanisches Institut, Humboldtstr. 1.

Miehe, Dr. **Hugo**, o. Professor der Botanik und Direktor des Instituts für Botanik der Landw. Hochschule, in **Berlin-Lichterfelde-West**, Stubenrauchstr. 10.

Migula, Dr. **Walter**, Hofrat, früher Professor der Botanik an der Forstakademie in **Eisenach**, Richard-Wagner-Str. 3.

Mildbraed, Dr. **Johannes**, Kustos und Professor am Bot. Museum in **Berlin-Dahlem**, Königin-Luise-Str. 6—8.

Miller, **Victor**, Professor d. Botanik am Polytechnischen Institut in Iwanowo-Wosnessensk, in **Moskau**, Ostojenka 40, app. 2.

Miyoshi, Dr. **Manabu**, Professor der Botanik an der Universität in **Tokio**, Botanisches Institut der kais. Universität Koishikawa-Ku.

Möbius, Dr. **Martin**, emer. o. ö. Professor der Botanik, Geh. Reg.-Rat, Direktor des Botan. Institutes und Gartens in **Frankfurt a. M.**, Königsteiner Str. 52.

Modilewski, Dr. **Jakob**, Professor an d. Handelstechn. Hochschule in **Kiew** (Ukraine), Karawajewskaia 17—6.

Molisch, Dr. **Hans**, o. ö. Universitätsprofessor in **Wien VIII**, Zeltgasse 2.

Möller, Dr. **Hans Peter**, Studienassessor in **Kiel**, Eichendorffstr. 43.

Moenikes, Dr. **Adalbert**, Assistent an der Anstalt für Pflanzenschutz und Samenuntersuchung der Landwirtschaftskammer, in **Heidelberg**, Kleinschmidtstr. 7.

Mönkemeyer, **Wilhelm**, Garteninspektor am Botan. Garten der Universität in **Leipzig**, Linnéstr. 1.

Montesantos, Dr. **Nic.**, Professor an der Forstlichen Hochschule in **Athen**, Palaion Phaleron.

Montfort, Dr. **Camill**, Professor d. Botanik an der Universität in **Halle a. S.**, Gütchenstr. 20 b, II.

Moog, Dr. **Heinrich**, Dipl.-Ldw., Wiss. Assistent an d. Wissenschaftl. Abteilung der staatl. Rebenveredlungsstation an der Lehr- und Forschungsanstalt für Wein-, Obst- und Gartenbau in **Geisenheim a. Rh.**, Gartenstr. 17.

Morávek, Dr. **Vladimir**, Assistent am Institut für Pflanzenphysiologie der tschech. Masaryk-Universität in **Brünn**, Kaunicova 63.

Morstatt, Dr. **Hermann**, Professor, Regierungsrat und Mitglied der Biologischen Reichsanstalt in **Berlin-Dahlem**, Königin-Luise-Straße 19.

Mothes, Dr. **Kurt**, Apotheker, Assistent am Botan. Institut der Universität in **Halle a. S.**, Am Kirchtor 1.

Mühldorf, Dr. **Anton**, Privatdozent, Assistent am Botanischen Institut der Universität in **Cernauti (Czernowitz)**, Rumänien.

Müller, Dr. **Arno**, Regierungsrat im Reichsgesundheitsamt in **Berlin-Friedenau**, Retzdorffpromenade 2, II.

Müller, Dr. **H. A. Clemens**, Botaniker in **Berlin W 30**, Rosenheimer Straße 12, II.

Müller, Dr. **Hans Carl**, Professor, Direktor der Agrikulturchemischen Kontrollstation und der Versuchsstation für Pflanzenkrankheiten in **Halle a. S.**, Karlstr. 10.

Müller, **Justus**, in **Hamburg 24**, Lübeckerstr. 45, I.

Müller, Dr. **Karl**, Direktor des Badischen Weinbauinstituts in **Freiburg i. B.**

Müller, Dr. **Karl Otto**, Privatdozent a. d. Landwirtschaftl. Hochschule Berlin, wissenschaftl. Angestellter a. d. Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft in **Berlin-Dahlem**, Königin-Luise-Str. 19.

Müller, Dr. **Rudolf**, Professor für Pharmakognosie an der Universität in **Graz** (Steiermark), Universitätsplatz 4.

Münch, Dr. **Ernst**, Professor d. Botanik, Vorstand des Botanischen Instituts und des Forstbotanischen Gartens der Forstlichen Hochschule in **Tharandt** (Sachsen).

Muth, Dr. **Franz**, Professor, Direktor der Höheren Lehr- und Forschungsanstalt für Wein-, Obst- und Gartenbau in **Geisenheim a. Rh.**

Nakano, Dr. **H.**, Professor am Botan. Inst. u. Garten d. Univers. in **Tokio**, Koishikawa-Ku.

Naumann, Dr. **Arno**, a. o. Professor, Dipl.-Ing. f. Chemie, Hofrat, Studiendirektor a. D. in **Pillnitz a. E.**, Bergschloß.

Naumann, Dr. **Einar**, Dozent für Botanik und Limnologie an der Universität in **Lund** (Schweden); Leiter des limnologischen Laboratoriums Aneboda.

Nawaschin, Dr. **M. S.** in **Moskau**, Piatnitzkaja 48, Timiriaseff Federal Institute of Scientific Research, Division of Experimental Evolution.

Neeff, Dr. **Friedrich**, in **Stuttgart-Degerloch**, Löwenstr. 99.

Němec, Dr. **Bohumil**, Professor der Botanik an der tschech. Karls-Universität in **Prag II**, Benátecká ul. 433.

Nessel, **Hermann**, Garteninspektor in **Gießen**, Botan. Garten.

Netolitzky, Dr. **Fritz**, Professor für Pharmakognosie u. Pflanzenanatomie an der Universität in **Czernowitz (Cernăuti**, Rumänien); Wiener Adresse: Wien V, Kleine Neugasse 5.

Neumayer, Dr. **Hans**, Hochschulassistent, Generalsekretär u. Redakteur der Zoolog.-Botan. Gesellschaft in **Wien III**, Rennweg 14.

Nicolič, Dr. **Mato**, Professor. Anschrift z. Zt. unbekannt.

Niedenzu, Dr. **F.**, Geh. Reg.-Rat, emer. Professor an der Staatl. Akademie in **Braunsberg** (Ostpreußen).

Niehus, **Johannes**, Garten-Oberinspektor in **Würzburg**, Klinikstr. 1.

Niemann, **Gustav**, Lyzeal-Oberlehrer in **Magdeburg**, Augustastr. 18.

Niemeyer, Dr. **Ludwig**, Assistent der Zweigstelle der Biologischen Reichsanstalt in **Berncastel-Cues/Mosel.**

Nienburg, Dr. **Wilhelm**, o. Professor an der Universität in **Kiel**, Adolfstr. 52.

Niethammer, Dr. **Anneliese**, Hochschulassistentin in **Prag I**, Husová 5.

Nikitin, **Peter A.**, Assistent an der Landwirtschaftl. Hochschule in **Voronesch** (Rußland).

Nilsson-Ehle, Dr. **H.**, Professor in **Svalöf** (Schweden), Sveriges Utsädesförening.

Nitzschke, Dr. **Hans**, Oberstudienrat an der Oberrealschule in **Wilhelmshaven**, Hollmannstr. 13.

Noack, Dr. **Konrad L.**, o. Professor d. Botanik an d. Forstl. Hochschule in **Eberswalde**, Breitestr. 58.

Noack, Dr. **Kurt**, o. Professor, Vorstand des Botanischen Instituts d. Universität in **Erlangen.**

Nordhausen, Dr. **Max**, o. Professor der Botanik in **Marburg a. L.**, Marbacherweg 20.

Nuernbergk, Dr. **Erich**, Assistent am Pflanzenphysiolog. Institut in **München-Nymphenburg**, Menzingerstr. 13.

Oberreuter, **Margarete**, Studienassessor in **Stuttgart**, Urbanstr. 72.

Ohara, **Kametaro**, Professor d. Rohstofflehre u. Mikroskopie am Institut f. Warenkunde, Koto-Shyogyo-Gakko (Handelshochschule) in **Nagoja** (Japan).

Ohga, Dr. **Ichiro**, Professor der Botanik am S. M. Educational College in **Mukden** (Mandschurei).

Oehlkers, Dr. **Friedrich**, a. o. Professor für Botanik in **Tübingen**, Neckarhalde 56, p.

Oksijuk, Peter, Assistent am Botan. Museum d. Ukrainischen Akademie d. Wissenschaften in **Kiew** (Ukraine), Tarassowskaja 19/8.

Oldenburg, Ernst, Apotheker in **Greifswald i. P.**, Grimmerstr. 86/88.

Olszewski, Wolf, Stadtamtsrat in **Dresden-N.**, Wilhelminenstr. 9.

Oltmanns, Dr. **Friedrich,** o. Professor an der Universität, Direktor des Botan. Instituts und Gartens, Geh. Hofrat, in **Freiburg i. B.**, Jakobistr. 23.

Oppenheimer, Dr. **Heinz,** Pflanzenpathologe in **Sichron Jakob** (Palästina), p. A. Zuckermann.

Oertel, Adolf, Garteninspektor in **Halle,** Kirchtor 1.

Ostenfeld, Dr. **C. H.,** Professor an der Universität, Direktor des Botanischen Gartens in **Kopenhagen,** Gothersgade 140.

Ostrowskaja, Frl. **M. K.,** Dozentin am Landwirtschaftl. Institut in **Samara** (Rußland).

Otto, Dr. **Hermann,** Studienrat a. d. Staatl. Hauptstelle für naturwissenschaftl. Unterricht, Leiter der Biologischen Abteilung, in **Berlin O 17,** Am Schlesischen Bahnhof 2.

Overbeck, Dr. **Fritz,** Privatdozent, Assistent am Botanischen Institut d. Universität, in **Frankfurt a. M.,** Viktoria-Allee 9.

Oxner, Alfred Nikolajewitsch, Kustos am Botan. Garten in **Kiew** (Ukraine), Kominternstr. 1.

Paál, Dr. **Árpád,** Privatdozent an der Universität, Adjunkt an der Ungar. Versuchs-Station für Pflanzenphysiologie und Pflanzenpathologie in **Budapest II,** Debröi-ut 17.

Pabisch, Heinrich, Professor, Dozent für technische Botanik und Rohstofflehre in **Wien VI,** Grasgasse 5.

Paeckelmann, Wolfgang, Oberstudiendirektor des Gymnasiums in **Barmen,** Bleicherstr. 3.

Pammel, Louis Hermann, Ph. D., Professor der Botanik an dem Jowa State College, President Jowa State Board of Conservation in **Ames,** Jowa (U. S. A.).

Pantanelli, Dr. **Enrico,** Professor, Direktor der Landwirtschaftlichen Versuchsstation (Stazione agraria sperimentale) in **Bari** (Italien).

Pape, Dr. **Heinrich,** Regierungsrat an der Biolog. Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft in **Berlin-Dahlem,** Königin-Luise-Str. 19.

Parija, Pran Kisan, M. A., Professor der Botanik in **Cuttack** (Bihar and Orissa), Indien, Ravenshaw College.

Pascher, Dr. **Adolf,** ord. Professor der Botanik an der Deutschen Universität in **Prag II,** Viničná 3a.

Patschovsky, Dr. **Norbert,** in **Neurode i. Schles.,** Bergstr. 7.

Paul, Dr. **Hermann**, Regierungsrat an der Bayerischen Landesanstalt für Moorwirtschaft in **München**, Hedwigstr. 3, I.

Paulmann, Dr. **Richard**, J. G. Farbenindustrie A. G., Abt., Schädlingsbekämpfung in **Leverkusen** bei Köln a. Rh.

Pauson-Herzfelder, Dr. **Helene**, in **Bamberg**, Ottostr. 7.

Pax, Dr. **Ferdinand**, emer. o. Professor, Geh. Regierungsrat, in **Breslau IX**, Sternstr. 108.

Peirce, **George James**, o. Professor der Botanik und der Pflanzenphysiologie an der **Leland Stanford Junior University**, Kalifornien (U. S. A.).

Peklo, Dr. **Jaroslav**, o. Professor der Phytopathologie am phytopathologischen Institut der tschechischen landwirtschaftl. und forstl. Hochschule in **Prag-Vrsovice**, Havlickovy sady.

Perfiliev, Dr. **Boris**, Leiter der Biologischen Station der Leningrader Naturforscher-Gesellschaft und Dozent an der Universität in **Petersburg (Leningrad)**.

Peter, Dr. **A.**, Geh. Regierungsrat, emer. o. Professor der Botanik an der Universität in **Göttingen**, Wilhelm-Weber-Str. 2.

Peters, Dr. **Leo**, Regierungsrat, Leiter der Zweigstelle der Biolog. Reichsanstalt in **Aschersleben**, Leopoldstr. 4.

Peters, Dr. **Theodor**, Studienrat in **Braunschweig**, Helmstedter Straße 91, II.

Peterschilka, Dr. **Franz**, Assistent am Botan. Institut der deutschen Universität in **Prag II**/1965, Viničná ul. 3a.

Petersen, **Fritz-Jürgen**, in **Groß-Flottbeck**, Viktoriastr. 12.

Petersen, **Karl**, Mittelschullehrer in **Lübeck**, Schillerstr. 7.

Pfeiffer, **Gustav**, Fabrikbesitzer in **Neustadt a. T.** (Böhmen).

Pfeiffer, Dr. **Hans**, Lehrer in **Bremen I**, Wilhelmstr. 7.

Pieper, Dr. **Walter**, approb. Apotheker in **Berlin-Schöneberg**, Hauptstr. 27.

Pieschel, Dr. **Erich**, in **Berlin-Steglitz**, Schöneberger Str. 11.

Pietsch, **Albert**, Lehrer in **Wensickendorf** bei Berlin.

Pilger, Dr. **Robert**, Zweiter Direktor d. Botan. Gartens und Museums in Berlin-Dahlem, a. o. Professor an der Universität, in **Berlin-Dahlem**, Altensteinstr. 2.

Pillay, Dr. **T. Padmanabha**, Phytopathologe, Anschrift z. Zt. unbekannt.

Pisek, Dr. **Arthur**, Assistent am botan. Institut der Universität in **Innsbruck**, Sternwartestr.

Piskernik, Dr. **Angela**, Assistentin des Landesmuseums in **Laibach** (Jugoslavien).

Plaut, Dr. **Menko**, Saatzuchtdirektor der Aug. Knoche-Wallwitz-G. m. b. H. in **Hamersleben** bei Oschersleben.

Pohl, Dr. **Franz**, Assistent am botanischen Institut der deutschen Universität in **Prag II**/1965, Viničná ulice 3a.

Pojarkova, Dr. **Antonina**, Wissenschaftliche Mitarbeiterin d. Botanischen Gartens in **Petersburg (Leningrad)**, Kurlandskaja 6, Wohn. 60.

Poellnitz, Dr. **Karl von**, in **Oberlödla** bei Rositz, Kreis Altenburg, Thüringen.

Porodko, Dr. **Th. M.**, Professor der Anatomie und Physiologie der Pflanzen an der Universität in **Odessa** (Ukraine), Kominternstr. 2.

Porsch, Dr. **Otto**, Professor an der Hochschule für Bodenkultur, Lehrkanzel für Botanik, in Wien XVIII, Hochschulstr. 17, Privatadresse **Wien VIII**, Zeltgasse 6.

Portheim, **Leopold**, Leiter der Biologischen Versuchsanstalt der Akademie der Wissensch. in **Wien IV**, Karolinengasse 5.

Potthoff, Dr. **Heinz**, Wissenschaftl. Assistent an der Lehr- und Forschungsanstalt für Gartenbau in Berlin-Dahlem, in **Berlin-Steglitz**, Hackerstr. 10, III.

Prát, Dr. **Silvestr**, Privatdozent, Assistent des Pflanzenphysiol. Institutes d. tschech. Karls-Universität in **Prag (Praha) II**/433, Benátská ul. 2 (Tschechoslowakei).

Prianischnikow, **Dem. Nik.**, Dr. agr., Dr. phil. h. c. (Breslau), Professor in **Moskau VIII**, Landwirtschaftliche Akademie.

Pringsheim, Dr. **Ernst G.**, Professor, Vorstand d. Pflanzenphysiol. Institutes d. deutschen Universität in **Prag II**, Viničná 3a.

Printz, Dr. **Henrik**, Professor an Norges Landbrukshøiskole in **Aas** (Norwegen).

Pritzel, Dr. **Ernst**, Professor, Studienrat in **Berlin-Lichterfelde**, Hans-Sachs-Str. 4.

Proskorjakov, **Eugeny I.**, Assistent an der Landwirtschaftl. Hochschule in **Voronesch** (Rußland).

Pulle, Dr. **August Adriaan**, Professor der speziellen Botanik an der Universität Utrecht, Direktor des Botan. Museums und Herbariums der Universität und des botan. Gartens „Cantonspark", in **Baarn** (Niederlande), Javalaan 5.

Quednow, **Klaus**, Apotheker in **Braunschweig**, Heinrichstr. 16.

Rabanus, Dr. **Adolf**, in **Uerdingen** (Niederrhein), Verbergerstr. 30.

Rabbas, Dr. **Paul**, Wissenschaftlicher Mitarbeiter bei d. I. G. Farbenindustrie A. G. in Leverkusen b. Köln a. Rh.

Rabbow, Dr. **Hans**, Studienreferendar in **Stettin**, Blumenstr. 3.

Rabien, Dr. **Herbert**, Assistent am Botanischen Institut in **Braunschweig**, Fallerslebertorwall 7.

Radermacher, Dr. **A.**, in **Probollingo** (Java).

Rao, Wuppala Lakshmana, M. A., B. Sc. Anschrift z. Zt. unbekannt.

Rasch, Dr. **Walter**, Wissenschaftl. Mitarbeiter d. Deutschen Gesellschaft für Schädlingsbekämpfung m. b. H. in **Frankfurt a. M. I**, Gärtnerweg 52.

Rasdorsky, Wladimir, Professor der Botanik an der Landwirtschaftl. Hochschule in **Wladikawkas** (Rußland), Butyrin Nr. 26.

Rawitscher, Dr. **Felix**, a. o. Professor für Forstbotanik in **Freiburg i. B.**, Kronenstraße 18.

Raydt, Frl. Dr. **Gerda**, in **Berlin-Dahlem**, Spohrstr. 5.

Regel, Dr. **Constantin**, Universitätsprofessor in **Kaunas** (Litauen), Botanischer Garten.

Rehberg, Max, Lehrer in **Oranienburg**, Königsallee 4.

Rehder, Alfred, Kurator des Herbariums am Arnold-Arboretum, Harvard-Universität, in **Jamaica Plain**, Mass. (U. S. A.), Orchard Str. 62.

Rehsteiner, Dr. **Hugo**, Erziehungsrat in **St. Gallen**, Eschenstr. 1.

Reiche, Dr. **Hildegard**, in **Berlin O 17**, Stralauer Allee 25a.

Reimers, Dr. **Hermann**, Assistent am Botan. Garten in **Berlin-Dahlem**, Botanisches Museum, Königin-Luise-Str. 6—8.

Reinau, Dr. **Erich**, in **Berlin-Lichterfelde-Ost**, Heinersdorfer Str. 26.

Reinhardt, Dr. **Max Otto**, a. o. Professor a. d. Universität Berlin i. R., in **Hedersleben** (Bez. Magdeburg).

Reinke, Dr. **Johannes**, o. Professor der Botanik a. d. Universität Kiel, Geh. Regierungsrat, in **Preetz** (Holstein), Klosterhof 20.

Reinsch, Dr. **Johannes**, Studienreferendar in **Dresden-A. 24**, Hohestraße 63, I.

Reitler, Dr. **Josef**, Pfarrer in **Monzel** (Mosel), Post Osann.

Renner, Dr. **Otto**, o. Professor an der Universität, Vorstand der Botanischen Anstalt in **Jena**, Marienstr. 1, Botan. Institut.

Richter, Andreas, Professor an der Universität, Vorstand d. Abteilung f. angewandte Botanik d. Landwirtschaftl. Versuchsstation in **Saratow** (Rußland).

Richter, Dr. **Oswald**, o. ö. Professor d. Botanik, Warenkunde, technischen Mikroskopie und Mykologie an der Deutschen Technischen Hochschule in **Brünn** (Mähren), Beamtenheim, Lerchgasse 17.

Richter, Dr. **Paul**, Professor in **Lübben** (Lausitz), Lindenstr. 12.

Riebner, Dr. **Fritz**, Mittelschullehrer in **Brandenburg a. H.**, Wilhelmsdorfer Str. 56.

Riede, Dr. **Wilhelm**, Privatdozent, Assistent am Botan. Institut der Landwirtschaftl. Hochschule in **Bonn a. Rh.**, Meckenheimer Allee 106.

de **Riencourt de Longpré, Patrick**, Naturforscher in **Château de Charmont (Aube)**, Frankreich.

Rimbach, Dr. **A.**, in **Riobamba**, Ecuador.

Rippel, Dr. **August**, o. Professor, Direktor des Instituts für landwirtschaftliche Bakteriologie an der Universität in **Göttingen**, Calsowstr. 2.

Risch, Carl, Apothekenbesitzer in **Bärwalde** (Neumark).

Riße, Dr. **Karl**, Lehrer in **Ülzen b. Unna i. Westf.**

Röber, Friedrich, Studienassessor in **Dresden-A. 16**, Pfotenhauerstraße 35, III.

Roberg, Max, Apotheker, Assistent am Botan. Garten der Universität, in **Münster i. W.**, Botanisches Institut, Schloßplatz.

Robinsohn, Dr. **Isak**, Arzt in **Wien**, Glasergasse 27.

Robinson, Wilfrid, D. Sc., Professor in **Aberystwyth**, Botanical Department, University College.

Roll, Jakob, Professor am Landwirtschaftl. Institut in **Charkow** (Rußland), Tchajkowskaja, 14, 3.

Rompel, Dr. **Jos.**, S. J., Professor der Naturgeschichte am Jesuitengymnasium in **Feldkirch** (Vorarlberg).

Rosenberg, Dr. **Otto**, Professor an der Universität und Vorstand des Botan. Instituts in **Stockholm**, Tegnérlunden 4.

Roshardt, Dr. **P. A.**, Gymnasiallehrer in **Stans** (Schweiz).

Ross, Dr. **Hermann**, Professor, Hauptkonservator und Leiter des Botanischen Museums (Herbarium) in München-Nymphenburg, in **München 38**, Stievestr. 7.

Rossner, Dr. **Ferdinand**, Studienrat in **Angerburg** (Ostpr.), Neuer Markt 16.

Roth, Dr. **Franz**, Studienrat in **Aachen**, Försterstr. 18.

Rübel, Dr. **Eduard**, Professor in **Zürich V**, Zürichbergstr. 30.

Rudolph, Dr. **Karl**, tit. a. o. Professor an der Deutschen Universität in **Prag II**, Viničná 3a.

Ruhland, Dr. **Wilhelm**, o. Professor, Direktor des Botan. Instituts u. Gartens in **Leipzig**, Linnéstr. 1.

Ruoff, Selma, Assistentin an der Bayrischen Landesanstalt für Moorwirtschaft in **München**, Amalienstr. 53.

Rüster, Dr. **Paul**, in **Breslau I**, Schweidnitzerstr. 32.

Rüter, Dr. **Elisabeth**, in **Hamburg-Eilbeck**, Hagenau 62.

Ruttner, Dr. **Franz,** Privatdozent, tit. a. o. Prof. an der Universität Wien, Leiter der Biologischen Station, in **Lunz am See** (Nieder-Österreich).

Rybin, Dr. **Dmitry A.,** Assistent am Landwirtschaftl. Institut in **Petersburg (Leningrad),** Petropovlovskaja 8, Wohnung 26.

Rybin, Dr. **Wladimir,** Assistent am Institut für angewandte Botanik und Neue Kulturen in **Petersburg (Leningrad),** Herzenstr. 44.

Rytz, Dr. **Walter,** Professor in **Bern** (Schweiz), Ländteweg 5.

Rywosch, S., in **Zürich,** Universitätsstr. 80.

Sabalitschka, Dr. **Theodor,** Privatdozent an der Universität Berlin, in **Berlin-Steglitz,** Elisenstr. 7.

Sachße, Hans, Forstmeister in **Oberwiesenthal** (Sachsen), Forstamt Unterwiesenthal.

Sahni, Birbal, M. A., F. G. S., D. Sc., Professor der Botanik in **Lucknow,** Indien, Lucknow University.

Saito, Dr. **K.,** Professor, Superintendent in **Dairen** (Dalny), Manchuria, The Central Laboratory of the South Manchuria Railway Co.

Sampathkumaran, Dr. **M. A.,** Professor der Botanik in **Bangalore,** Indien, Mysore University, Central College.

Sandt, Dr. **Walter,** Privatdozent an der Universität München, Assistent am botanischen Laboratorium, in **München 38,** Notburgastr. 4.

Sapěhin, Dr. **A. A.,** Professor an der Landwirtschaftl. Hochschule und Direktor der Zentralversuchsstation in **Odessa** (Ukraine), Institutskaja 9.

Saupe, Dr. **A.,** Oberstudienrat, Professor in **Dresden,** Kyffhäuserstraße 17.

Schade, Dr. **Alwin,** Studienrat in **Dresden-A. 24,** Nürnbergerstraße 18c, Erdg.

Schaede, Dr. **Reinhold,** Privatdozent, Assistent am Pflanzenphysiolog. Institut in **Breslau 16,** Piastenstr. 41.

Schaffnit, Dr. **Ernst,** o. Professor an der Landwirtsch. Hochschule in **Bonn,** Hindenburgstr. 119.

Schander, Dr. **R.,** Professor an den Staatl. Landw. Versuchs- und Forschungsanstalten, Direktor des Instituts f. Pflanzenkrankheiten in **Landsberg a. W.,** Theaterstr. 25.

Schanidze, Frl. **Marie,** in **Tiflis,** Botanischer Garten.

Scheibe, Dr. **Arnold,** in **Berlin-Dahlem,** Biologische Reichsanstalt, Königin-Luise-Str. 17/19.

Scheibe, Johanna, Studienrat in **Pirna a. Elbe,** Weststr. 26.

Schelle, Ernst, Garteninspektor in **Tübingen,** Botan. Garten.

Schellenberg, Dr. **Gustav,** a. o. Professor in **Göttingen,** Botanisches Institut, Wohnung: Wilhelm-Weber-Str. 38.

Schiemann, Dr. **Elisabeth,** Privatdozentin an der Landw. Hochschule Berlin, in **Berlin-Dahlem,** Institut für Vererbungsforschung, Albrecht-Thaer-Weg 6.

Schiller, Dr. **Josef,** Universitäts-Dozent in **Wien XII,** Tivoligasse 55.

Schilling, Dr. **Aug. Jg.,** Professor, Privatdozent an der Technischen Hochschule in **Darmstadt,** Büchnerstr. 12.

Schilling, Dr. **Ernst,** Vorsteher d. Botan. und Züchtungsabteilung am Forschungsinstitut für Bastfasern in **Sorau N.-L.**

Schinz, Dr. **Hans,** o. Professor der Botanik an der Universität und Direktor des Botanischen Gartens und des Botanischen Museums der Universität in **Zürich 8,** Seefeldstr. 12.

Schkorbatoff, Dr. **Leonidas,** Professor am Institut f. Volksausbildung u. Direktor des Botan. Gartens in **Charkow,** Botan. Institut, Klotschkovskaja 52.

Schlicke, Dr. **Arthur,** Studienrat in **Berlin-Niederschöneweide,** Spreestraße 4.

Schlumberger, Dr. **O.,** Regierungsrat und Mitglied der Biolog. Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft in **Berlin-Dahlem,** Privatadresse: Berlin-Wilmersdorf, Laubacher Str. 41.

Schmid, Dr. **Günther,** Privatdozent in **Halle a. S.,** Botan. Institut, Am Kirchtor 1.

Schmidt, Dr. **Alexander,** Studienrat in **Zwickau (Sa.),** Lothringer Straße 1.

Schmidt, Dr. **Ernst Willy,** in **Klein-Wanzleben,** Bezirk Magdeburg, Zuckerfabrik.

Schmidt, Dr. **Karl,** in **Karlsruhe i. B.,** Kaiserstr. 12.

Schmidt, Dr. **Otto Christian,** Assistent am Botan. Museum in Berlin-Dahlem, in **Berlin-Friedenau,** Bennigsenstr. 8.

Schmidt, Dr. **Paul,** Oberlehrer am Gymnasium in **Wittenberg,** Sternstr. 94.

Schmucker, Dr. **Theodor,** Assistent am Institut f. allgemeine Botanik u. Pflanzenphysiologie d. Universität in **Göttingen,** Wilhelm-Weber-Str. 46.

Schnarf, Dr. **Karl,** Privatdozent a. d. Universität, Gymnasialprofessor in **Wien III,** Rennweg 14, Botan. Institut.

Schnegg, Dr. **Hans,** o. Hochschulprofessor in **Weihenstephan,** Post Freising, Ober-Bayern.

Schneider, Dr. **Erich,** Assistent am Botan. Institut der Universität in **Greifswald,** Grimmerstr. 88.

Schneider, Dr. **Fritz,** in **Klein-Wanzleben** bei Magdeburg, Zuckerfabrik.

Schnitzler, Dr. **Joseph**, Agrikulturchemiker in **Berlin SW 11**, Anhaltstraße 7.

Schober, Dr. **Alfred**, Professor, Oberschulrat in **Hamburg 24**, Lerchenfeld 7.

Schoenebeck, **Bruno**, Lehrer in **Berlin-Neukölln**, Roseggerstr. 17, I.

Schoenichen, Dr. **Walther**, Professor, Direktor der Staatl. Stelle für Naturdenkmalspflege in Preußen, in **Berlin-Wilmersdorf**, Spessartstraße 3.

Schönland, Dr. **S.**, Curator des Albany Museums in **Grahamstown**, Südafrika (Kapkolonie).

Schottländer, Dr. **Paul**, Ritterguts- und Fideikommißbesitzer Schloß Hartlieb, Kr. Breslau, Ehrenbürger der Universität Breslau, Senator der Kaiser-Wilh.-Ges. zur Förderung d. Wissenschaft, in **Breslau 5**, Tauentzienplatz 2.

Schoute, Dr. **Johannes Cornelis**, Universitätsprofessor in **Groningen** (Holland), Zuiderpark 2.

Schratz, Dr. **Eduard**, Assistent am Kaiser-Wilhelm-Institut für Biologie in **Berlin-Dahlem**, Boltzmannstr. 1.

Schreiber, Dr. **Ernst**, Kustos für Botanik a. d. Staatl. Biologischen Anstalt auf **Helgoland**.

Schröder, Dr. **Dominicus**, Botaniker an der Moorversuchsstation in **Bremen**, Georgstr. 46.

Schröder, Dr. **Franz**, Regierungsrat, Mitglied des Reichsgesundheitsamtes Berlin, in **Berlin NW 87**, Klopstockstr. 18.

Schroeder, Dr. **H.**, o. Professor der Botanik in **Hohenheim** b. Stuttgart, Landwirtschaftl. Hochschule.

Schrodt, Dr. **Julius**, Stud.-Direktor i. R., Professor, in **Gardelegen**.

Schrödter, Dr. **Kurt**, Studienrat in **Halberstadt**, Plantage 3.

Schröter, Dr. **Carl**, emer. Professor der Botanik an der Eidgen. Technischen Hochschule in **Zürich**, Merkurstraße 70.

Schube, Dr. **Theodor**, Professor in **Breslau VIII**, Clausewitzstr. 5.

Schubert, Dr. **Kurt**, Studienassessor in **Berlin-Südende**, Berliner Straße 4.

Schüepp, Dr. **Otto**, Privatdozent an der Universität Basel, in **Reinach** bei Basel, Bruderholzstr. 51.

Schulz, **Hermann**, Leiter des Botanischen Gartens der Stadt Cassel, in **Cassel**, Rothenditmolder Str. 14E.

Schürhoff, Dr. **Paul Norbert**, Privatdozent d. Botanik an d. Universität, in **Berlin SW 61**, Wilmsstr. 1.

Schussnig, Dr. **Bruno**, Privatdozent, Assistent an der Lehrkanzel für systematische Botanik der Universität in **Wien III**, Rennweg 14.

Schwartz, Dr. **Wilhelm**, in **Durlach i. B.**, Weiherstr. 1a.

Schwarz, Dr. **Frank**, Geh. Reg.-Rat, emer. o. Professor der Botanik an der Forstakademie in **Eberswalde**, Neue Schweizer Str. 21.

Schwarz, Dr. **Walter**, in **Frankfurt a. M.**, Viktoria-Allee 9, Botan. Institut.

Schwarze, Dr. **Curt**, ständiger Mitarbeiter am Institut für allgemeine Botanik in **Hamburg 36.**

Schwede, Dr. **Rudolf**, a. o. Professor für Botanik an der Technischen Hochschule in **Dresden**, Gutzkowstr. 28.

Schweickerdt, Dr. **Herold**, in **Pretoria** (Südafrika), Pretoria street 653.

Schweizer, Dr. **Georg**, in **Schramberg** (Württbg.), Schiltachstr. 7.

Schwemmle, Dr. **Julius**, Privatdozent in **Tübingen**. Botan. Institut.

Schwickerath, Dr. **Mathias**, Studienrat in **Aachen**, Goethestr. 25.

Seckt, Dr. **Hans**, Professor der Botanik an der Universität in **Cordoba** (Argentinien), Agustin Garzon 2211.

Seeliger, Dr. **Rudolf**, Regierungsrat und Mitglied der Biolog. Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft zu Berlin-Dahlem, Zweigstelle **Naumburg a. S.**, Sedanstr. 37.

Seidel, Dr. **Kurt**, Assistent am Institut für Getreidelagerung, in **Charlottenburg**, Giesebrechtstr. 11.

Seifert, Dr. **Fritz**, Leiter der Flußüberwachungsstelle in **Gerstungen b. Erfurt.**

Senn, Dr. **Gustav**, o. Professor der Botanik an der Universität, in **Basel**, Schönbeinstr. 6.

Sernander, Dr. **Rutger**, Professor der Botanik an d. Universität in **Upsala** (Schweden).

Seybold, Dr. **A.**, in **Utrecht** (Holland), Botan. Laboratorium en Hortus Botanicus.

Shadowsky, **Anatol**, Assistent an der Universität in **Moskau 10**, Mestschanskaja 28, Botan. Garten d. Univers.

Shibata, Dr. **K**, Professor in **Tokio** (Japan), Botanisches Institut der Universität Koishikawa.

Shimbo, Dr. **J.**, Professor der Botanik an der höheren Schule in **Niigata** (Japan).

Shull, **George Harrison**, Ph. D. (Chicago), Professor der Botanik und Entwicklungslehre, Princeton University, in **Princeton**, New Jersey, U. S. A., Jefferson Road 60, Grayhome.

Siebert, Dr. **Alfred**, in **Göttingen**, Schillerstr. 4.

Sierp, Dr. **Hermann**, o. Prof. a. d. Universität in **München 38**, Menzinger Straße 9.

Siersch, Dr. **Editha**, Mra. pharm. in **Wien XVIII**, Gentzgasse 158.

Silberschmidt, **Karl**, Studienreferendar in **München**, Isabellastr. 22.

Simon, Dr. **Joseph**, Professor in **Dresden-A.**, Wintergartenstr. 19.

Simon, Dr. **Siegfried Veit**, ord. Professor an der Universität in **Bonn a. Rh.**, Botanisches Institut, Poppelsdorfer Schloß.

Sinotô, Yosito, Assistent d. Botanik an d. Fakultät d. Wissenschaften in **Tokio**, Botan. Institut des Botan. Gartens d. kais. Universität Koishikawa.

Sirks, Dr. **Marius Jacob**, Botaniker am Institut f. Pflanzenzüchtung der landw. Hochschule in **Wageningen** (Niederlande), Otto van Gelreweg 2.

Skarnitzl, Dr. **Eduard**, Ph. Mr., Fachbeamter f. Pharmakognosie d. Untersuchungsanstalt f. Arzneimittel beim Ministerium f. öffentl. Gesundheitswesen in **Prag-Smíchow** 1269, Preslova ulice 11.

Skene, Macgregor, D. Sc., Senior Lecturer of Botany, Universität in **Bristol** (England), Lawrence Grove, Henleaze 36.

Skottsberg, Dr. **Carl**, Professor, Direktor des Botan. Gartens in **Gothenburg**, Schweden.

Skvortzov, **B. W.**, Vorstand d. Biol. Laborator. d. Kommerz-Schule in **Harbin**, Poststr. 76, Mandschurei (China).

van Slogteren, Dr. **Egbertus**, Professor an der Landwirtschaftlichen Hochschule Wageningen, Direktor des Laboratoriums für Blumenzwiebelforschung in **Lisse** (Holland), Heereweg 295.

Smirnow, Alexander, Professor f. Pflanzenphysiologie u. Mikrobiologie in **Krasnodar** (Nordkaukasien, Rußland), Landwirtschaftl. Hochschule, Institut für Tabakforschung, Postkast. 55.

Smirnow, Paul, Assistent am Botan. Institut der 1. Moskauer Staatsuniversität in **Moskau**, Herzensstr. 6.

Smirnow, Peter, Professor am Gorsky Pädagogischen Institut in **Wladikawkas** (Rußland), Gymnasitscheskaja 15.

Snell, Dr. **Karl**, Regierungsrat und Mitglied der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Berlin-Dahlem, in **Berlin-Steglitz**, Florastr. 6.

Söding, Dr. **Hans**, Assistent am Botanischen Institut der Technischen Hochschule in **Dresden**, Bismarckplatz, Eingang Sedanstr.

Sokolowski, Alexander, Assistent am Institut für Volksbildung, Professor der Botanik am Veterinär-Zootechnischen Institut in **Kiew** (Ukraine), Gogolewska 19, 2.

Sonder, Dr. **Chr.**, Apothekenbesitzer in **Oldesloe** (Holstein).

Späth, Dr. **Hellmut**, Baumschulenbesitzer in **Berlin-Baumschulenweg**, Späthstr. 1.

Sperlich, Dr. **Adolf**, a. o. ö. Professor der Botanik an der Universität in **Innsbruck**, Salurnerstr. 16.

Spieckermann, Dr. **Albert**, Professor, Direktor der Anstalt f. Pflanzenschutz u. Samenuntersuchung der Landw. Kammer in **Münster in Westf.**, Wilhelmstr. 1.
Spindler, Ernst, Studienrat in **Berlin NO 55**, Bötzowstr. 37.
Spinner, Dr. **Henri**, Professor der Botanik an der Universität in **Neuchâtel** (Schweiz), Champ-Bougin 40.
Spohr, Dr. **Edmund**, Dozent, Direktor des Botan. Gartens d. Universität in **Dorpat** (Estland).
Staiger, Dr., Nahrungsmittelchemiker in **Berlin-Niederschönhausen**, Blücherstr. 20.
Stapp, Dr. **Carl**, Regierungsrat und Mitglied der Biologischen Reichsanstalt zu Berlin-Dahlem, in **Berlin-Steglitz**, Belfortstr. 31a.
Stark, Dr. **Peter**, o. Universitätsprofessor, Direktor des botanischen und pflanzenphysiol. Instituts der Universität in **Breslau**, Göppertstr. 6/8.
Staudermann, Dr. **Wilhelm**, in **Frankfurt a. M.**, Schubertstr. 20.
Steffen, Alexander, Gartendirektor der Staatsgärtnerei in **Pillnitz** bei Dresden.
Stein, Dr. **Emmy**, in **Berlin-Lichterfelde-West**, Margaretenstr. 40.
Steinbrinck, Dr. **Carl**, Realgymnasialprofessor a. D. in **Lippstadt**, Esbecker Str. 4.
Steinecke, Dr. **Fritz**, Privatdozent f. Botanik u. Hydrobiologie in **Königsberg i. Pr.**, Hardenbergstr. 26.
Steiner, Rudolf, Professor am deutschen Realgymnasium in **Prag XII**, Ve Pštrosce 16.
Stern, Dr. **Kurt**, in **Frankfurt a. M.-Niederrad**, Deutschordenstr. 78.
Steyer, Dr. **Karl**, Professor, Oberlehrer, Leiter der Staatlichen Pflanzenschutzstelle und Konservator des Naturhist. Museums in **Lübeck**, Fritz-Reuter-Str. 1.
Stocker, Dr. **Otto**, Studienrat in **Bremerhaven**, Bogenstr. 9.
Stoklasa, Dr. **Julius**, Hofrat, Professor und Direktor der Chemisch-Physiologischen Versuchsstation der tschech. Technischen Hochschule in **Prag XII**, Havličkory sady 58.
Stomps, Dr. **Theodor J.**, Professor der Botanik u. Direktor des botanischen Gartens d. Universität in **Amsterdam**, Kl. Middenlaan 7.
Stoppel, Dr. **Rose**, Professor in **Hamburg**, Jungiusstr. 6.
Strugger, Siegfried, cand. phil. in **Graz**, Bergmanngasse 20.
Suchlandt, Dr. **Otto**, Apotheker in **Davos** (Schweiz), Rhätische Apotheke.
Sukatschew, Wladimir, Professor am Forstinstitut in **Petersburg (Leningrad)**.
Suessenguth, Dr. **Karl**, Professor in **München 38**, Pilarstr. 7, I.

Suzuki, Dr. **Eiryo**, Professor der Pflanzenphysiologie. Anschrift z. Zt. unbekannt.

Svedelius, Dr. **Nils E.**, Professor der Botanik an der Universität in **Upsala** (Schweden), Luthagsesplanaden 12 B.

Swirenko, Dr. **D. A.**, Direktor des Botan. Gartens und Professor der Botanik an dem Institut für Volksaufklärung in **Odessa** (Ukraine), Botan. Garten, Boulevard de France 87.

Szabinin, Dr. **Dimitri**, Professor an der Universität in **Perm** (Rußland).

Szabó, Dr. **Zoltán**, Professor der Landwirtschaftlichen Botanik an der Staatswirtschaftl. Universität in **Budapest VIII**, Eszterházy-utca 3, II.

Tabenzki, Dr. **Alexander**, Professor in **Kiew**, Polytechnisches Institut, Nr. 1, W. 10.

Tereg, **Elinor**, Studienassessorin in **Hannover-Linden**, Falkenstr. 21 A.

Theron, **G. C.**, M. Sc. in **Wien VIII**, Lenaugasse 7/23.

Theune, Dr. **Erich**, Studienrat in **Schweidnitz**, Glubrechtstr. 1.

Thielmann, Frl. **Marie**, Privat-Dozentin in **Riga** (Lettland), Pflanzenphysiolog. Institut d. Universität, Albertstr. 10.

Thoms, Dr. **H.**, Geh. Regierungsrat, emer. o. Professor an der Universität, in **Berlin-Steglitz**, Hohenzollernstr. 6.

Thost, Dr. **R.**, in **Berlin-Lichterfelde-Ost**, Wilhelmstr. 27.

Tichomirov, **Victor N.**, Assistent an der Landwirtschaftl. Hochschule in **Voronesch** (Rußland).

Tiegs, Dr. **Ernst**, Wissenschaftl. Mitglied der Preußischen Landesanstalt für Wasser-, Boden- und Lufthygiene in **Berlin-Dahlem**, Unter den Eichen 74.

Tiesenhausen, Dr. **Manfred**, in **Klausenburg (Cluj)** (Rumänien), Institutuo de Bot. Generala.

Timmel, Dr. **H.**, in **Hannover**, Ägidienapotheke.

Timofeev, **Alexander S.**, Assistent am Polytechnischen Institut in **Tiflis** (Transkaukasien, Rußland), Botan. Garten.

Tischler, Dr. **Georg**, o. ö. Professor an d. Universität, Direktor des Botan. Instituts und Gartens in **Kiel**, Düsternbrookerweg 17.

Tobler, Dr. **Friedrich**, ord. Professor a. d. Technischen Hochschule und Direktor des Botanischen Gartens in **Dresden-A. 16**, Stübelallee 2.

Tobler-Wolff, Dr. **Gertrud**, in **Dresden-A. 16**, Stübelallee 2.

Tokugawa, Dr. **Y.**, Marquis, in **Tokio-Fu**, Japan, Biologisches Institut, Hiratsuka-Mura, Ebara-Gun.

Trautwein, Dr. **Kurt**, a. o. Professor für Gärungsbiologie an der bayr. Hochschule f. Landwirtschaft u. Brauerei in **Weihenstephan** bei München.

Troitzkaja, Frl. Dr. **O. W.**, Assistentin am Landwirtschaftl. Institut und wissensch. Mitglied des Botanischen Gartens in **Petersburg (Leningrad).**

Troll, Dr. **Wilhelm**, Privatdozent f. Botanik, Assistent am Botan. Institut der Universität in **München 13**, Georgenstr. 57.

Tschermak-Seysenegg, Dr. **Erich**, o. ö. Professor für Pflanzenzüchtung an der Hochschule für Bodenkultur in **Wien XVIII**, Hochschulstraße 17.

Tschernetzky, Frau **Sinaida**, Dozentin f. Phytopathologie in **Wladikawkas** (Nordkaukasien, Rußland), Agronomisches Institut.

Tschernoyarow, Michael, Professor am Institut der Volkswirtschaft in **Kiew** (Ukraine), Bakowsky (Bolchaja Podwalnaja) 31 w. 4.

Tschirch, Dr. phil., Dr. med. h. c., Dr. Ing. e. h., Doct. d. Naturwiss. e. h. **Alexander**, o. Universitätsprofessor in **Bern** (Schweiz), Kollerweg 32.

Tubeuf, Dr. **Karl Freiherr von**, Geh. Regierungsrat, o. Universitätsprofessor in **München**, Habsburgerstr. 1.

Turesson, Dr. **Göte**, Dozent an d. Universität in **Lund** (Schweden).

Tuzson, Dr. **Johann von**, o. ö. Professor der systematischen Botanik und Pflanzengeographie an der Universität in **Budapest VIII**, Muzeum Körút 4.

Übelhör, Dr. **Fritz**, Oberstudienrat in **Nürnberg**, Schonhoverstr. 20/0.

Ubisch, Dr. **Gerta von**, Privatdozentin, Assistentin am Botan. Institut d. Universität in **Heidelberg**, Bergheimerstr. 1.

Ulbrich, Dr. **Eberhard**, Professor, Kustos am Botan. Museum der Universität Berlin, in **Berlin-Steglitz**, Schützenstr. 41, III.

Ulehla, Dr. **Vladimir**, Professor der Anatomie und Physiologie der Pflanzen am Institut der tschech. Masaryk-Universität in **Brünn** (Mähren), Kounicova 63.

Ullrich, Dr. **Hermann**, Assistent am Botan. Institut d. Universität Leipzig, in **Leipzig C 1**, Johannis-Allee 10.

Unger, Dr. **Wilhelm**, Apotheke in **Würzburg**, Semmelstr. 31.

Uphof, **I. C. Th.**, Professor der Botanik, Vorsteher des Department of Biology am Rollins College in Winter Park, in **Orlando** (Florida), Route 3, West Central Avenue.

Urban, Dr. **Ignatz**, Professor, Geh. Regierungsrat in **Berlin-Steglitz**, Kurfürstenstr. 7, pt.

Urban, Otto, Direktor der deutschen Schule in **Osorno** (Chile), Casilla 123.

Ursprung, Dr. **Alfred**, Professor der Botanik an der Universität in **Freiburg** (Schweiz), Botanisches Institut.

Uspenski, E. E., Professor in **Moskau**, Timiriazeff-Forschungsinstitut, Pjatnitzkaja 48.

Ussatschev, Petr Iwanowitsch, Botaniker. Anschrift z. Zt. unbekannt.

Vailionis, Liudas, Dozent an der Universität in **Kaunas** (Litauen), Vilniaus 2.

Vierhapper, Dr. **Friedrich**, a. o. Professor an der Universität, Honorardozent an der Tierärztlichen Hochschule in **Wien III**, Fasangasse 38.

Viniklář, Dr. **Ladislav**, Assistent am Botan. Institut der tschechischen Universität in **Prag (Praha) II**, Benátská 433.

de Visser Smits, Dr. **Dirk**, Dozent f. Botanik an d. S. T. O. V. I. A. in **Weltevreden** (Java), Salemba 33.

Vogler, Dr. med. **I.**, Arzt in **Kiel**, Holtenauer Str. 8.

Voigt, Dr. **Alfred**, emer. o. Professor an der Universität in **Hamburg 24**, Wandsbeker Stieg 13.

Volkart, Dr. **A.**, Professor, Vorstand der Schweizer. landw. Versuchsanstalt in **Oerlikon-Zürich.**

Votsch, Dr. **Wilhelm**, Studienrat i. R. in **Delitzsch**, Eilenburger Str. 4, II.

Vouk, Dr. **Vale**, ord. Professor an der Universität, Direktor des Botan. Instituts und Gartens der Universität in **Zagreb** (Kroatien), Jugoslawien, Botan. Institut, Senoina ulica 4, II.

Wächter, Dr. **W.**, in **München**, Augustenstr. 64, I.

Wada, Bungo, Research Student, Botan. Institut der kaiserl. Universität in **Tokyo** (Japan), Nr. 116 Azabu-Ku Kôgai-chô.

Wagner, Dr. **Adolf**, Professor der Botanik an der Universität in **Innsbruck-Hötting**, Botanikerstr. 33.

Wahl, Dr. **Carl von**, Oberregierungsbotaniker an der Staatl. Bad. Landwirtsch. Versuchsanstalt Augustenberg, in **Durlach** (Baden), Turmbergstr. 10.

Wahl, Dr. **Gustav**, Professor, Direktor der Hamburger Staats- und Univers.-Bibliothek in **Hamburg**, Speersort.

Walter, Dr. **Heinrich**, Privatdozent an der Universität in **Heidelberg**, Botanisches Institut.

Walther, Dr. **Oscar A.**, Professor der Pflanzenanatomie und -physiologie am Landwirtschaftlichen Institut in **Petersburg (Leningrad)**, Bolschaja Possadskaja 9.

Wangerin, Dr. **W.**, a. o. Professor an der Technischen Hochschule und Abteilungsdirektor am Museum für Naturkunde und Vorgeschichte in **Danzig-Langfuhr**, Kastanienweg 7.
Warburg, Dr. **Otto**, Professor in **Berlin W**, Uhlandstr. 175, Direktor des Landwirtschaftl. Instituts in **Jaffa-Telaviv**, Palästina.
Wartenberg, Hans. Anschrift z. Zt. unbekannt.
Warth, Dr. **Gustav**, in **Tübingen**, Weizsäckerstr. 17.
Wassermann, Dr. **Josef**, Assistent am Gärungsphysiolog. Institut der Hochschule für Landwirtschaft und Brauerei in **Weihenstephan**, Freising, Prinz-Ludwig-Str. 20, I.
Watanabe, Dr. (Rigakuschi) **Kiyohiko**, Assistent am Botan. Institut der Universität in **Koishikawa**, Tokyo, Japan.
Weber, Dr. **C. A.**, Professor in **Bremen**, Friedrich-Wilhelm-Str. 24.
Weber, Dr. **Friedl**, Privatdozent, tit. a. o. Professor, Assistent am pflanzenphysiologisches Institut in **Graz** (Österreich), Schubertstraße 53.
Weber, Dr. **Ulrich**, Privatdozent in **Würzburg**, Botanisches Institut.
Weddige, Dr. **Ludwig**, in **Berlin-Schöneberg**, Wexstr. 60.
Weese, Dr. **Josef**, o. ö. Professor, Vorstand des Botan. Instituts d. Technischen Hochschule in **Wien VII/2**, Neustiftgasse 36a/13.
Wehmer, Dr. **Carl**, ord. Honorarprofessor für Techn. Bakteriologie und Botanik an der Technischen Hochschule, Vorstand des Bakter.-Chem. Laboratoriums an der Technischen Hochschule in **Hannover**, Alleestr. 35.
Wehnelt, Dr. **Bruno**, Assistent am Botan. Institut der Universität in **Erlangen.**
Wehrhahn, **H. R.**, Gartendirektor in **Berlin-Steglitz**, Buggestr. 15.
Weigel, Dr. **Oswald**, Buchhändler in **Leipzig**, Königstr. 1.
Weis, Dr. **Alfred**, Studienassessor in **Leipzig C I**, Nostitzstr. 43, II.
Weis, Dr. **Fr.**, Professor der Botanik am Pflanzenphysiolog. Laboratorium in **Kopenhagen**, Rolighedsvej 23.
Weiss, Dr. **Frederick Ernest**, Professor der Botanik an der Victoria University in **Manchester** (England), Easedale, Disley, Cheshire.
Weiße, Dr. **Arthur**, Professor, Studienrat a. D. in **Berlin-Steglitz**, Sachsenwaldstr. 30, II.
Weißflog, Dr. **Johannes**, in **Knehden** bei Templin (Uckermark).
Welzien, Dr. **Robert**, Studienrat in **Berlin NW 21**, Turmstr. 27.
Went, Dr. **F. A. F. C.**, ord. Professor der Botanik und Direktor des Botan. Gartens der Universität in **Utrecht** (Holland), Nieuwe Gracht 187.
Werdermann, Dr. **Erich**, Kustos am Botanischen Museum in **Berlin-Dahlem**, Königin-Luise-Str. 6—8.

Werth, Dr. **Emil,** Ober-Regierungsrat, Professor, Mitglied der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft zu Berlin-Dahlem, in **Berlin-Wilmersdorf,** Binger Str. 17.

Westling, Dr. **R.,** Laborator am Pharmazeutischen Institut, Professor, in **Stockholm,** Vallingsgatan 26.

Wettstein, Frau Dr. **Else von,** in **Göttingen,** Wilhelm-Weber-Str. 2.

Wettstein, Dr. **Fritz von,** o. Professor an der Universität, Direktor d. Institutes für allgemeine Botanik und Pflanzenphysiologie in **Göttingen,** Wilhelm-Weber-Str. 2.

Wettstein, Dr. **Richard,** Professor an der Universität, Direktor des Botan. Gartens und Institutes in **Wien III,** Rennweg 14.

Wetzel, Curt, Studienrat in **Plauen i. V.,** Dürerstr. 5, II.

Wetzel, Gerhard, cand. rer. nat. in **Berlin NO 18,** Landsberger Allee 126, III.

Wetzel, Dr. **Karl,** Assistent am Botan. Institut der Universität in Leipzig, in **Leipzig-Plagwitz,** Elisabeth-Allee 21.

Widder, Dr. **Felix J.,** Privatdozent, Universitätsassistent in **Graz** (Österreich), Holteigasse 6.

Wiedersheim, Dr. **Walther,** prakt. Arzt in **Hennigkofen-Nonnenbach** a. Bodensee (Württemberg), Haus Ottenberg.

Wieler, Dr. **Arwed,** a. o. Professor der Botanik an der Technischen Hochschule in **Aachen,** Nizzaallee 71.

Wiese, Dr. **Werner von,** Saatzucht- u. Betriebsleiter auf dem Versuchsgut **Knehden,** Post Templin (U./M.).

Wiesemann, Christian, Garteninspektor am Botan. Garten der Universität in **Bonn a. Rh.,** Meckenheimer Allee 100.

Willers, Alma, Studienrätin in **Hildesheim,** Weißenburger Str. 14, II.

Wimmer, Dr. **Christian,** em. Universitätsassistent, Mittelschulprofessor in **Mödling** bei Wien (Nieder-Oesterreich), Schillerstr. 23.

Windel, Dr. **Erich,** in **Bautzen,** Czornebobstr. 27, Laboratorium für Bakteriologie und angewandte Biologie.

Winkelmann, Dr. **August,** Assistent an d. Prüfstelle f. Pflanzenschutzmittel d. Biolog. Reichsanstalt Berlin-Dahlem, in **Berlin-Steglitz,** Stindestr. 35.

Winkler, Dr. **Hans,** o. Professor d. Botanik an d. Universität, Direktor des Botan. Gartens in **Hamburg 36,** Jungiusstr. 5.

Winkler, Dr. **Hubert,** a. o. Professor an d. Universität in **Breslau 9,** Göppertstr. 4.

Winogradow, Sergius, Dozent f. Pflanzenphysiologie in **Wladikawkas** (Nordkaukasien, Rußland), Agronomisches Institut.

Wißmann, Dr. **Heinrich,** in **Pillnitz a. E.,** Schloßstr. 46d, Höhere Staatslehranstalt f. Gartenbau.

Wittmack, Dr. **Ludwig**, Geheimer Regierungsrat, ord. Professor an d. Landw. Hochschule, o. Honorarprofessor an der Universität, Dr. d. Landw. h. c., Dr. med. vet. h. c. in **Berlin-Lichterfelde-Ost**, Hobrechtstr. 10.

Wittum, Albert, Apotheker und Chemiker. Anschrift z. Zt. unbekannt.

Wlissidis, Dr. **Thrasybulus**, Professor. Anschrift z. Zt. unbekannt.

Włodek, Dr. **Jan**, Professor der Jagell. Universität in **Krakau** (Polen), Pedzichów-boczna 5.

Wollenweber, Dr. **Hans Wilhelm**, Regierungsrat und Mitglied der Biologischen Reichsanstalt f. Land- und Forstwirtschaft in Berlin-Dahlem, in **Berlin-Zehlendorf**, Machnower Str. 6.

Woronichin, Dr. **N. N.**, Leiter des hydrobiologischen Laboratoriums des Botan. Gartens in **Petersburg (Leningrad)**, Karpovka 19, log. 48.

Woronow, **Georg N.** Anschrift z. Zt. unbekannt.

Wulff, Dr. **Eugen**, Professor, in **Petersburg (Leningrad)**, Herzenstr. 44, Institut für angewandte Botanik.

Wyneken, Dr. **Karl**, Studienrat in **Leer** (Ostfriesland), Heisfelderstraße 143.

Yamaguchi, Yasuke, Mitglied des Ôhara Instituts für Landwirtsch. Forschungen in Kuroshiki, in **Okayama**, Gobantyô 13/3, Japan.

Yamaguti, Dr. **Y.**, in **Sendai** (Japan), Biolog. Institut, Tôhoku kais. Universität.

Yamaha, Dr. **Gihei**, Professor of Teacher's College, Haramachi 31, **Tokio-Koishikawa** (Japan).

Yamanouchi, Dr. **Shigeo**, Professor in **Tokio**, Kotoshihan Gakko, Otsuka Kubomachi, Koishikawa-Ku.

Yampolsky, Dr. **Cecil**, Professor in **Grantwood**, New Jersey, U. S. A., Franklin Avenue 230.

Yapp, **R. H.**, Professor an der Universität in **Birmingham** (England), Edmundstreet.

Zahn, **Emil**, Garteninspektor in **Erlangen**, Bayern, Botanischer Garten.

Zāmels, **Alexander**, Assistent am Botanischen Laboratorium der Universität in **Riga** (Lettland), Kronvald-Boulev. 4.

Zander, Dr. **Robert**, in **Berlin W 50**, Regensburger Str. 2.

Zattler, Dr. **Fritz**, Wissenschaftl. Hilfsarbeiter an d. Bayr. Landesanstalt f. Pflanzenbau und Pflanzenschutz, Hopfenforschungsstelle, in **München**, Degenfeldstr. 2/0.

Zederbauer, Dr. **E.**, Professor d. Lehrkanzel für Obst- und Gartenbau an der Hochsch. f. Bodenkultur in **Wien XVIII**, Hochschulstraße 17.

Zeidler, Frl. **Julia**, Apotheker. Anschrift z. Zt. unbekannt.

Žemčužnikov, Eugen, Professor am Landwirtschaftl. Institut, Pflanzenphysiologisches Laboratorium in **Nowočerkassk** (Dongebiet), Baročnaja 82a.

Zerow, Demetrius, Kustos am Botan. Kabinett der Ukrainischen Akademie d. Wissenschaften, 2. Assistent d. Botanik am Institut für Volksbildung in **Kiew** (Ukraine), Tarassowskaja 1—3.

Zeuner, Dr. **Heinrich**, Hauptlehrer in **Würzburg**, Riemenschneiderstraße 9.

Ziegenspeck, Dr. **Hermann**, Privatdozent in **Königsberg i. Pr.**, Besselplatz 3.

Zikes, Dr. **Heinrich**, o. ö. Professor an d. Techn. Hochschule, a. o. Professor an d. Universität in **Wien**, Währingerstr. 41.

Zillig, Dr. **Hermann**, Regierungsrat, Leiter der Zweigstelle der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft in **Berncastel-Cues**/Mosel.

Zimmermann, Dr. **Albrecht**, Geh. u. Ober-Regierungsrat, Professor, in **Berlin-Zehlendorf-West**, Am Heidehof 24.

Zimmermann, Dr. **Hans**, Leiter der Hauptstelle für Pflanzenschutz, Landwirtschaftl. Versuchsstation in **Rostock** (Meckl.), Graf-Lippe-Str. 1.

Zimmermann, Dr. **Walter**, Privatdozent, Assistent am Botan. Institut in **Tübingen**, Nauklerstr. 31.

Zinzadze, Sch. R., Assistent an d. Georgischen Universität in Tiflis, in **Moskau**, Petrowsko-Rasumowskol. Akademie, Laboratorium, z. Zt. in **Breslau I**, Alexanderstr. 13 bei Becker.

Zollikofer, Dr. **Clara**, Privatdozentin f. Botanik an der Universität in **Zürich**, Bergstraße 118.

Zycha, Herbert, cand. rer. nat. in **Bonn a. Rh.**, Rottenburgstr. 1.

Druck von
A. W. HAYN's ERBEN, BERLIN SW 68
Zimmerstr. 29

Einladung.

Die diesjährige

Generalversammlung

der

Deutschen Botanischen Gesellschaft

findet am

Dienstag, den 7. Juni, in Braunschweig

statt. Gleichzeitig tagen ebendort die Vereinigung für angewandte Botanik und die Freie Vereinigung für Pflanzengeographie und systematische Botanik.

Es wird gebeten, Anmeldungen für Vorträge, die in den Sitzungen der Deutschen Botanischen Gesellschaft gehalten werden sollen, **möglichst bald** an den Präsidenten, Herrn Prof. Dr. G. GASSNER, Braunschweig, Botanischer Garten, zu richten.

Für die Veranstaltungen der drei Gesellschaften ist das folgende **vorläufige Programm** aufgestellt. Das endgültige ausführliche Programm wird später mitgeteilt werden.

Montag, den 6. Juni 1927, abends 8 Uhr: Begrüßungsabend.

Dienstag, den 7. Juni 1927, vormittags 8½ Uhr bis mittags 12 Uhr gemeinsame Sitzung der drei Gesellschaften.

12¼ Uhr: Generalversammlung der D. B. G.

1¼ Uhr: Gemeinsames Mittagessen, das von der Braunschweigischen Regierung gegeben wird.

3½ Uhr nachm.: Besichtigung des Botanischen Institutes und Gartens.

5 Uhr: Fortsetzung der gemeinsamen Sitzung.

8 Uhr abds.: Bierabend, gegeben von der Stadt Braunschweig.

Mittwoch, den 8. Juni 1927, vormittags 8½ Uhr: Generalversammlung der Vereinigung für angewandte Botanik und Festsitzung zur Feier des 25jährigen Bestehens.

9¼ Uhr: Getrennte Sitzungen der D. B. G., der Freien Vereinigung für Pflanzengeographie und systematische Botanik und der Vereinigung für angewandte Botanik.

1 Uhr: Gemeinsames Mittagessen.

Nachmittags: Führung durch Braunschweig, veranstaltet von der Stadt, mit Orgelkonzert im Dom. Besichtigung der Sehenswürdigkeiten. Anschließend Beisammensein im Mummehaus, auf Einladung der Stadt Braunschweig.

Donnerstag, den 9. Juni 1927, vormittags 9 Uhr: Getrennte Sitzungen der D. B. G., der Freien Vereinigung für Pflanzengeographie und systematische Botanik und der Vereinigung für angewandte Botanik.

Nachmittags: Gemeinsamer Ausflug. Besichtigung des Versuchsfeldes, des Forstgartens in Riddagshausen, des Parkes von Destedt. Von da in den Elm. Hier gemeinsames Abendessen.

Freitag, den 10. Juni 1927, vormittags: Besichtigung der Saatzuchtwirtschaft Fr. Strube, Schlanstedt; nachmittags: Besichtigung der Saatzuchtwirtschaft Dippe in Quedlinburg. Übernachten in Quedlinburg.

Ausflug der Pflanzengeographen nach Wernigerode-Ilsenburg. Übernachten in Ilsenburg.

Sonnabend, den 11. Juni 1927: Aufstieg von Quedlinburg auf den Brocken.

Aufstieg der Pflanzengeographen von Ilsenburg auf den Brocken. Beide Gruppen treffen sich auf dem Brocken und übernachten dort.

Sonntag, den 12. Juni 1927: Harzwanderung vom Brocken aus.

Sollte es gewünscht werden, läßt sich an die Harzwanderung am 13. und 14. Juni noch eine Weserwanderung anschließen.

Im Hinblick darauf, daß die Tagung in die Pfingstwoche fällt, muß die Quartierfrage schon jetzt unter allen Umständen gelöst werden. Jedem Mitgliede ist bereits eine Einladung als besondere Drucksache zugesandt worden, der eine Karte für die Anmeldung beilag. Um einen Überblick über die voraussichtliche Beteiligung zu erhalten, wird gebeten, schon jetzt diese Karte ausgefüllt an Herrn Professor Dr. G. GASSNER, Braunschweig, Humboldtstr. 1, zurücksenden zu wollen. Die Anmeldung ist eine unverbindliche Voranmeldung. Die Aufforderung zur endgültigen Anmeldung wird erst erfolgen, wenn das genaue Programm mit Aufstellung der Kosten vorliegt.

Sitzung vom 28. Januar 1927.

Vorsitzender: Herr H. MIEHE.

Der Vorsitzende teilt mit, daß unser Mitglied Herr

Dr. Hermann Müller-Thurgau,

Professor in **Wädenswil** bei Zürich, am 18. Januar 1927 im 77. Jahre seines Lebens verschieden ist.

Die Anwesenden erheben sich zu Ehren des Entschlafenen von ihren Plätzen.

Als neue Mitglieder werden vorgeschlagen:

Fricke, Dr. **Georg,** in **Braunschweig,** Poststr. 9 (durch G. GASSNER und J. ESDORN),

Lohwag, Dr. **Heinrich,** Gymnasialprofessor in **Wien III,** Rennweg 2 (durch H. CAMMERLOHER und B. SCHUSSNIG),

Nawaschin, Dr. **M. S.,** in **Moskau,** Piatnitzkaja 48, Timirajev Federal Institute of Scientific Research, Division of Experimental Evolution (durch E. BAUR und S. NAWASCHIN),

Schmidt, Dr. **Paul,** Oberlehrer am Gymnasium in **Wittenberg** (durch G. KARSTEN und G. SCHMID),

Smirnov, Dr. **P. P.,** Professor des Gorsky Pädagogischen Instituts in **Wladiwostok** (durch B. ISSATSCHENKO und A. DANILOV).

Mitteilungen.

1. Th. M. Porodko: Über die Absterbegeschwindigkeit der erhitzten Samen.

(Mit 3 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 11. Oktober 1926. Vorgetragen in der Novembersitzung.)

Einleitung.

Meine diesem Thema gewidmeten Untersuchungen[1]) führten zu quantitativen Beziehungen zweifacher Art. 1. Die Abhängigkeit des Samenabsterbens von der Erhitzungsdauer ließ sich, graphisch dargestellt, bei allen geprüften Temperaturen durch eine Reihe S-förmiger Kurven wiedergeben. 2. Die Abhängigkeit der Samenabsterbegeschwindigkeit von der Erhitzungstemperatur konnte durch die Formel von VAN'T HOFF, wie auch durch die von HARCOURT und ESSON ausgedrückt werden.

Wie ich schon früher betonte, wurden diese Formeln von mir in vereinfachter Form angewandt, indem ich die dort einzusetzenden Geschwindigkeitskonstanten durch die aus S-förmigen Kurven interpolierten Erhitzungsfristen[2]) ersetzte. Seitdem habe ich eine Aufstellung der empirischen Formeln meiner Kurven unternommen, 1. um den zeitlichen Verlauf des Samenabsterbens selbst mathematisch zu formulieren und 2. um die früher[3]) ermittelten Werte von Q und m genau zu prüfen.

Aufstellung empirischer Formeln für die S-förmigen Samenabsterbekurven.

In der früher angegebenen Form veranschaulichen diese Kurven eigentlich die Abhängigkeit des Samenüberlebens von der Erhitzungsdauer, nicht aber die des Absterbens. Da es sich jetzt gerade um die Absterbekurven handelt, so mußte ich die frühere graphische Darstellung in dem Sinne ändern, daß ich nicht die Prozentsätze der überlebenden Samen auf der Ordinatenachse

1) PORODKO, diese Berichte 1926, Bd. 44, S. 71 u. 81.

2) Diese sind in Sekunden (″) angegeben, nicht aber in %, wie dies a. a. O. S. 83 irrtümlicherweise gedruckt war.

3) a. a. O. S. 81 u. 84.

abtrug, sondern die der abgestorbenen, d. h. die Differenzen zwischen den Keimfähigkeiten der normalen und der erhitzten Samen. Dabei ergaben sich begreiflicherweise dieselben S-förmigen Kurven, aber in umgekehrter Lage (vgl. Abb. 2).

Um die mathematische Beschreibung solcher Kurven zu versuchen, mußte ich zuerst erwägen, ob ihre S-Förmigkeit primär, oder ob sie die Folge einer sekundären Komplikation ist. Es erwies sich dabei, daß gerade dieses letztere der Fall ist.

In der Tat wurde die Samenerhitzungsdauer vom Augenblicke ihrer Versenkung in ein Wasser von gewisser Temperatur an gemessen. Es wurde also stillschweigend angenommen, daß die Samen der Wirkung obiger Temperatur die ganze Zeit hindurch ausgesetzt waren. Indessen ist zu beachten, daß ein gewisser Teil der faktisch gemessenen Zeit verging, bevor die ursprüngliche Temperatur der Samen die gewünschte Höhe erreichte. Die gesuchte wirkliche Samenerhitzungsdauer ($t - t_o$) bei gegebener Temperatur gleicht mithin der gemessenen Zeit (t) minus der Samenerwärmungsdauer (t_o) bis zu jener Temperaturhöhe.

t_o ist bei der gegebenen Temperatur für die sämtlichen Erhitzungsfristen absolut gleich, fällt aber relativ um so mehr ins Gewicht, je kürzer diese Fristen sind. Also vermindert sich der Einfluß dieses Fehlers mit der Verlängerung der Erwärmung, d. h. der Gang unserer S-förmigen Kurve nähert sich in ihrem rechten Teil der Norm, weicht aber davon in ihrem linken ab. Dieser linke Teil ist gegen die Abszissenachse konvex gerichtet und bezieht sich augenscheinlich auf die Anfangsperiode der Erwärmung, wo die Temperatur der Samen zwar allmählich steigt, aber die gewünschte Höhe noch nicht erreicht.

Somit kommen wir zu dem Schluß, daß die S-Förmigkeit unserer Kurven lediglich durch den angegebenen Fehler der Zeitmessung veranlaßt ist. Bei fehlerloser Messung würden diese Kurven mit einer beständig verminderten Geschwindigkeit ansteigen.

Nachdem diese Sachlage soweit geklärt war, lag der Gedanke nahe, die NEWTONsche Gleichung

$$y = y_\infty \left(1 - e^{-kt}\right) \quad (1)$$

bei meinen Kurven anzuwenden. Hier bedeutet y die Intensität des Prozesses nach der Zeit t, y_∞ die im Gleichgewichtszustande und k die Geschwindigkeitskonstante. Außerdem sprach zu Gunsten dieser Gleichung der Umstand, daß wahrscheinlich dem Absterben der erhitzten Samen eine Koagulation der plasmatischen Eiweiße zu Grunde liegt. Denn jene dürfte, analog der Fällung der Eiweiß-

lösungen in vitro[1]), auch nach der formell ganz ähnlichen Gleichung der monomolekularen Reaktion verlaufen.

Die oben angeführte Gleichung mußte jedoch erst modifiziert werden. Ich mußte nämlich zunächst t, wie oben erklärt, durch $t - t_0$ ersetzen. Sodann mußte ich y_0, d. h. den Prozentsatz der nach t_0 abgestorbenen Samen, einführen, weil die Wirkung der in dieser Zeit allmählich steigenden Temperaturen von einem gewissen Momente an tödlich werden mußte. Auf diese Weise wurde die NEWTONsche Gleichung in folgende umgestaltet:

$$y - y_0 = (y\infty - y_0)\left(1 - e^{-k(t-t_0)}\right) \quad (2),$$

wobei y und $y\infty$ die Prozentsätze der nach t bzw. $t\infty$ (d. h. unendlicher Zeit) abgestorbenen Samen bedeuten.

Man könnte t_0 durch thermoelektrische Messungen für alle geprüften Temperaturen direkt bestimmen. Würde man danach die betr. Temperatur auf eine Samenportion während der Zeit t_0 einwirken lassen, so ergibt sich y_0 als Prozentsatz der abgestorbenen Exemplare dieser Portion mittels üblicher Bestimmung der Keimfähigkeit. Ein solches Verfahren wäre gewiß das genaueste, leider aber verfügte ich nicht über die betr. Apparatur. Deshalb mußte ich t_0 wie auch y_0 auf indirektem Wege graphischer Interpolation finden.

Denken wir uns, daß jede der in Rede stehenden S-förmigen Kurven sich aus zwei Teilen zusammensetzt: der linken, gegen die Abszissenachse konvexen und der rechten, konkaven. Der erste Teil geht allmählich in den zweiten über, und zwar durch den sogenannten Wendepunkt. Oben wurde auseinandergesetzt, daß der linke Kurventeil den Verlauf des Samenabsterbens während der allmählichen Samenerwärmung bis zur gegebenen Temperatur hinauf darstellt, der rechte dagegen jenen Verlauf uns erst zeigt, nachdem die Samen die gegebene Temperatur erreicht haben. Für unseren Zweck genügt somit, den erwähnten Wendepunkt genau zu bestimmen, weil seine Koordinaten den gesuchten t_0 und y_0 gleichgesetzt werden können. Es wäre am einfachsten, diesen Punkt auf der S-förmigen Kurve direkt zu bestimmen, wenn diese nach sehr vielen empirisch gefundenen y-Werten ganz genau aufgezeichnet würde. Größtenteils war Obiges bei mir nicht geschehen; deswegen ist beim Aufzeichnen der Kurven etwas willkürlich vorgegangen, besonders im Übergangsgebiet beider Kurventeile. Unter diesen Um-

1) CHICK und MARTIN. Journ. of Physiol. 1911, Bd. 43, S. 6; 1912, Bd. 45, S. 68.

ständen müßte die unmittelbare Bestimmung von t_o und y_o aus dem Verlauf der S-förmigen Kurve wenig genaue Resultate liefern.

Präziser wird die Bestimmung, wenn sie unter Zugrundelegung der Gleichung (2) erfolgt. Löst man die letztere auf, so erhält man

$$\log (y\infty - y) = \log (y\infty - y_o) - 0{,}4343\ k\ (t - t_o)\ (3),$$

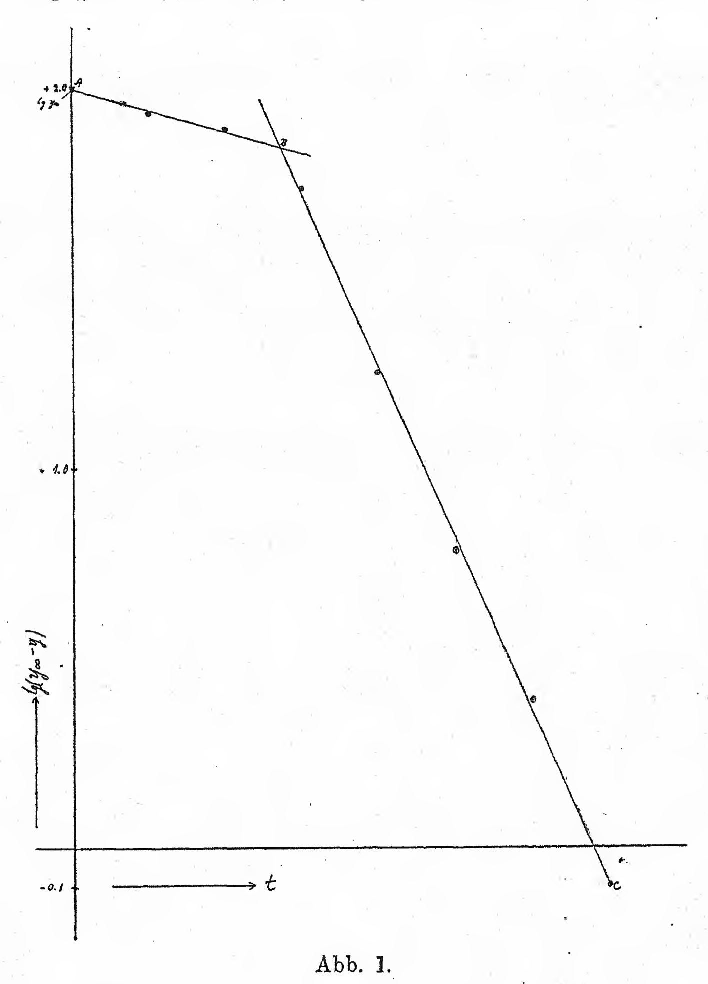


Abb. 1.

d. h. die Gleichung einer Geraden; daraus ergibt sich, daß $y = y_o$ ist, wenn $t = t_o$ ist. Tragen wir nun die empirisch gemessenen t-Werte auf der Abszissenachse ab und die betr. Werte von $\log (y\infty - y)$ auf der Ordinatenachse, so ergeben unsere sämtlichen S-förmigen Kurven ungefähr folgendes Bild (Abb. 1). Hieraus ist ersichtlich, daß jeder oben beschriebene Kurventeil seine eigene anders gerichtete gerade Linie A B und B C bildet, deren Kreuzungspunkt B eben den ge-

suchten Wendepunkt der S-förmigen Kurve darstellt. Die Werte von log ($y\infty - y$) ordnen sich auf den geraden Linien nur ausnahmsweise an, aber meistens sind sie infolge ziemlich beträchtlicher Versuchsfehler etwas verstreut, doch so, daß eine gerade Linie zwischen ihnen unschwer durchgeführt werden kann. Die graphische Interpolation der t_o- und y_o-Werte wird dadurch etwas ungenau, reicht aber doch für unseren Zweck aus, wie die Zusammenstellung der berechneten und beobachteten ($y-y_o$)-Werte weiter zeigen wird.

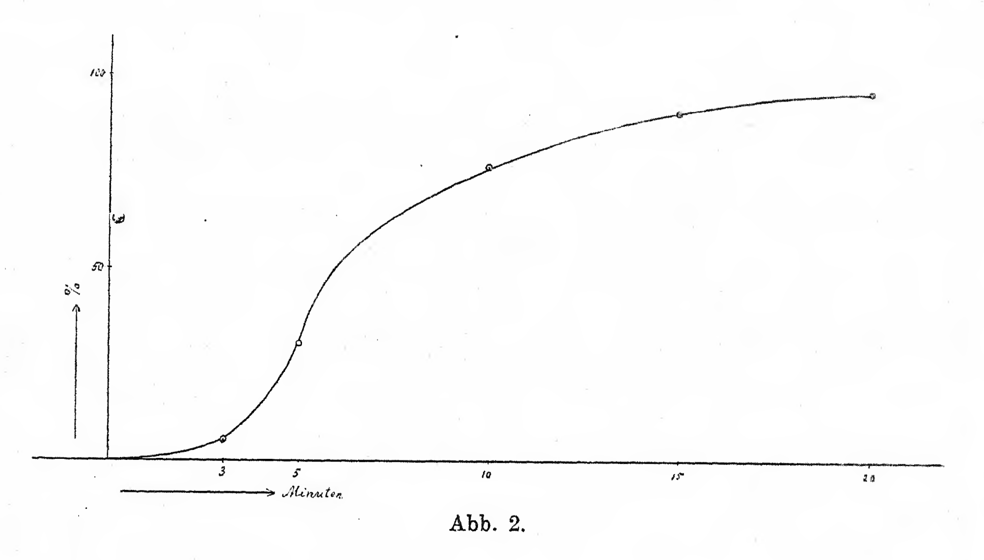


Abb. 2.

Wir führen nun eine ausgewählte Versuchsserie vor, um den Gang der Berechnung an ihr zu illustrieren.

Wassertemperatur in der Wanne 55° C, Serie B (vgl. PORODKO a. a. O. S. 76).

t (Erhitzungsdauer der Samen)	y (Prozentsatz der abgestorbenen Samen)	$y\infty - y$	log ($y\infty - y$)
0	0	98,5	1,9934
3′	4,5	94,0	1,9731
5′	30,4	68,1	1,8331
10′	76,1	22,4	1,3502
15′	90,1	8,4	0,9243
20′	95,3	3,2	0,5051
∞	98,5	0	—

Abb. 2 stellt den Zusammenhang zwischen den angeführten t- und y-Werten graphisch dar.

Graphische Interpollation der oben angegebenen Art ergibt für t_o 3,4′, für log $(y\infty - y_o)$ 1,9700, woraus folgt, daß $y\infty - y_o = 93{,}3\%$ und $y_o = 5{,}2\%$ ist. Lösen wir nun die Gleichung (3) für k auf, so erhalten wir $0{,}4343\ k = 0{,}08916$. Unter Zugrundelegung dieses Wertes von k berechnen wir die $(y - y_o)$-Werte und stellen sie mit den betr. beobachteten Werten zusammen.

t	$(y - y_o)$ berechnet	$(y - y_o)$ beobachtet	d	d^2	$\frac{m_{th}}{m_{emp}}$
5′	26,1	25,2 ± 2,9	+ 0,9	0,81	
10′	69,2	70,9 ± 2,8	— 1,7	2,89	$\frac{0{,}971}{2{,}2} = 0{,}44$
15′	84,68	84,90 ± 1,9	— 0,22	0,0484	
20′	89,94	90,10 ± 1,2	— 0,16	0,0256	
		$\Sigma_m = 8{,}8$		$\Sigma d^2 = 3{,}774$	

$$m_{emp} = \frac{8{,}8}{4} = 2{,}2\% \qquad m_{th} = \sqrt{\frac{3{,}774}{4}} = 0{,}971\%^{1)}.$$

Nun bringe ich die Resultate der analogen Berechnung für meine sämtlichen Versuchsserien in Tabellenform.

Tabelle 1.

Wassertemperatur in der Wanne	Serie	t_o	y_o	0,4343 k	w [2]	$\frac{m_{th}}{m_{emp}}$
60,4°	A	40″	9,6%	0,007727	0,007161	2,93
60,4°	B	33″	15.5%	0,015316	0.003617	0,72
55 0°	A	4,1′	3,0%	0,067	0,0496	0,43
55 0°	B	3,4′	5,2%	0,08916	0.03724	0,44
55.0°	C	3 4′	3,0%	0,07401	0,04487	1,88
55 0°	D	4 2′	27 7%	0,201	0,01652	0,43
50,0°	A	50,0′	13,4%	0,006929	0,4793	5,01
50,0°	B	60 0′	44,4%	0,006733	0,4932	1,60
45,0°	B	12 0h	9.0%	0,05964	3 341	1,26

Aus der letzten Kolonne ist ersichtlich, daß die Genauigkeit der Berechnung im Mittel der des Versuchs nahekommt, so daß die Gleichung (2) für unsere S-förmigen Kurven ziemlich gut paßt. Obgleich diese Gleichung rein empirisch ist, so erhebt sich doch

1) C. RUNGE und H. KÖNIG, Vorlesungen über numerisches Rechnen. 1924. S. 196.

2) Über die Bedeutung von w siehe PORODKO, diese Berichte, Bd. XLV, S. 19 u. 20.

die Frage, ob und wie sie theoretisch ausgelegt werden könnte. Raummangels wegen kann ich erst näher darauf in der nächsten Mitteilung eingehen.

Prüfung der früher ermittelten Q- und m-Werte.

Zunächst lösen wir die Formel von VAN'T HOFF unter Zugrundelegung von w-Werten auf. Da diese den üblichen Geschwindigkeitskonstanten antibat laufen, so müssen wir für k $^1/w$ setzen; dadurch gestaltet sich die VAN't HOFFsche Formel zu folgender:

$$Q_1 = 10^{\frac{\lg {}^1/w_2 - \lg {}^1/w_1}{t_2 - t_1}} = 10^{\frac{\lg w_1 - \lg w_2}{t_2 - t_1}}$$

Die Resultate der Berechnung von Q_1 bzw. Q_{10} sind in der Tabelle 2 angeführt.

Tabelle 2.

Temperatur-intervalle	Serie A		Serie B	
	Q_1	Q_{10}	Q_1	Q_{10}
60,4° — 55,0°	1,431		1,540	
55,0° — 50,0°	1,574		1,677	
50,0° — 45,0°			1,466	
	Im Mittel 1,5025	58,63	Im Mittel 1,561	85,91
	(1,50)	(54,3)	(1,56)	(84,5)

Den so gefundenen Q_1- und Q_{10}-Werten sind die früher berechneten in Parenthese beigefügt. Wie man sieht, weichen jene von diesen so wenig ab, daß die beiden praktisch zusammenfallen.

Prüfen wir nun die früher ermittelten m-Werte. Wir setzen in die Formel von HARCOURT und ESSON für k $^1/w$ und für die absoluten (T) Temperaturen die gewöhnlichen (t). Dann gestaltet sich jene Formel zu folgender: $m = \frac{\log w_1 - \log w_2}{\log t_2 - \log t_1}$. Lösen wir diese Gleichung für beliebig gewählte Temperaturpaare auf und berechnen hieraus einen Mittelwert von m, so ist er für Serie A gleich 22,27, für B 23,62. Um diese Berechnung noch genauer zu machen, habe ich ein graphisches Verfahren angewandt. Ich trug nämlich die Werte von log t auf der Abszissenachse, die von log $^1/w$ auf der Ordinatenachse ab. Dann ordnen sich die Punkte auf den zwei geraden Linien (für je eine Serie) ziemlich gut an (Abb. 3). Nach Auflösung der Gleichungen beider Linien erhielt ich für m folgende Werte: für Serie A 21,63 (21,8), für B 23,9 (24,3).

Vergleichen wir die gefundenen m-Werte mit den betr. früher berechneten (sie sind in Paranthese angeführt), so sehen wir, daß die beiden m-Werte beinahe zusammenfallen.

Das gute Zusammenfallen der früheren und jetzigen Q- und m-Werte kann auf den ersten Blick erstaunlich erscheinen, weil die früheren Werte aus S-förmigen Kurven intrapoliert, die

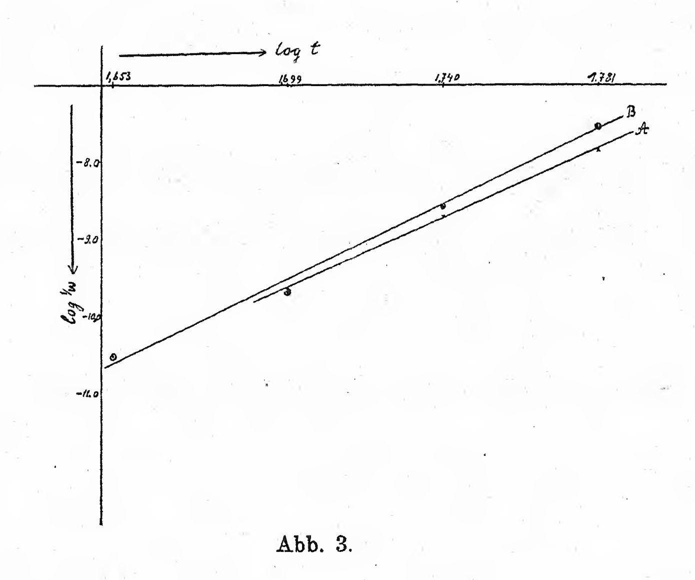


Abb. 3.

jetzigen dagegen aus den Gleichungen exponentieller Kurven berechnet wurden. Berücksichtigt man aber, daß die frühere Interpolation der Erhitzungsfristen sich gerade auf die Anfangsteile der S-förmigen Kurven nicht erstreckte (vgl. Tab. 1 und 2, a. a. O. S. 81, 83), so ist das gefundene Zusammenfallen der in Rede stehenden Werte durchaus verständlich.

Odessa, Botanisches Laboratorium der Universität,
den 4. Oktober 1926.

ersten Zählung der Samen beginnt. Diese Annahme ist indessen gar nicht bewiesen; da aber die zweite Zählung 24 Stunden nach der ersten erfolgt, so ist wohl wahrscheinlicher, daß die Keimung zwischen diesen Zählungen beginnen könnte. Zu Gunsten einer solchen Annahme spricht auch der Umstand, daß von den sämtlichen 30 Versuchen vorliegender Serie nur in zwei Fällen eine gewisse Annäherung an die S-förmigkeit der Kurve wahrgenommen werden konnte.

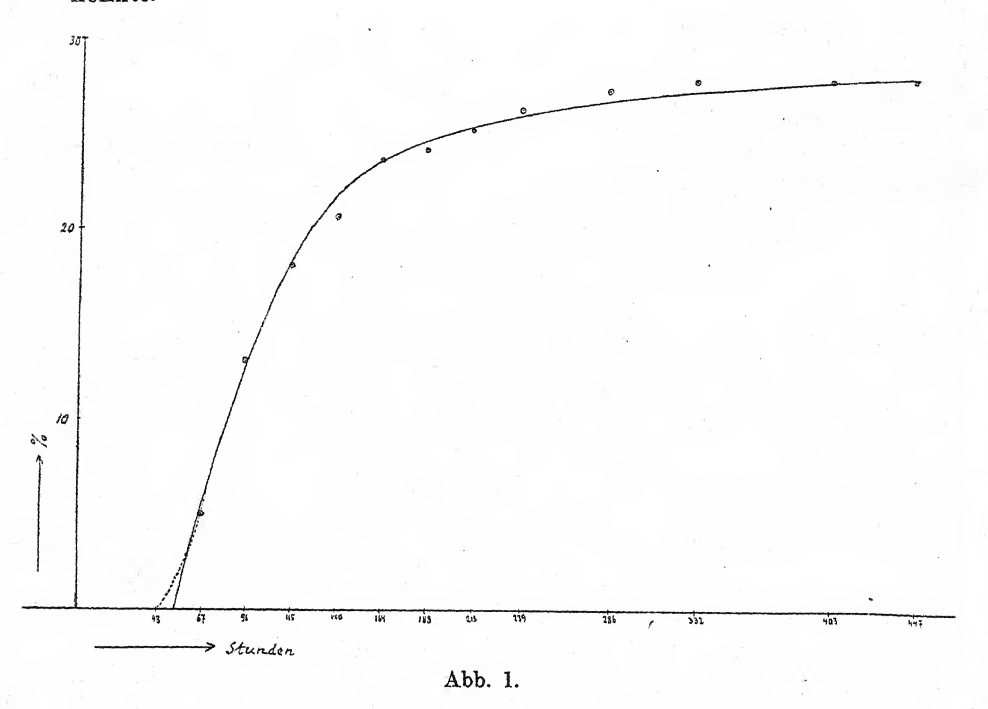


Abb. 1.

Der allgemeine Typus der Kurve, die den zeitlichen Verlauf der Weizensamenkeimung (der erhitzten sowie der normalen) wiedergibt, dürfte somit nicht S-förmig, sondern exponentiell sein. Ich überzeugte mich beim Suchen nach empirischen Funktionen davon, daß zu den Ergebnissen meiner Versuche die Gleichung $y = y_\infty \left(1 - e^{-k(t-t_0)}\right)$ am besten passe; dabei bedeutet y den Prozentsatz der nach Zeit t gekeimten Samen, y_∞ ihre theoretische (d. h. die sich nach unendlicher Zeit einstellende) Keimfähigkeit, t_0 die Latenzperiode der Keimung, k die Geschwindigkeitskonstante der Keimung, e die Grundzahl der naturalen Logarithmen.

Verweilen wir nun etwas länger bei den Bestimmungsmethoden von y_∞, t_0 und k.

Vermehrte sich während der letzten Versuchstage die Anzahl der gekeimten Samen nicht, so wurde der höchste empirisch festgestellte Prozentsatz gleich $y\infty$ gesetzt. Keimten dagegen in dieser Zeit noch ein oder zwei Samen, so erhöhte ich jenen Prozentsatz um 0,5—1,0 % und setzte ihn dann erst gleich $y\infty$.

Um t_0 zu bestimmen, ging ich folgendermaßen vor[1]). Ich zeichnete zunächst für verschiedene Zeitmaße entsprechend der Gleichung $y = 100\,\%\left(1 - e^{-kt}\right)$ eine Schar von theoretischen Kurven auf. Dann stellte ich die empirischen Data jedes einzelnen Versuches in oben angegebener Weise graphisch auf Pauspapier dar. Diese Pauspapierzeichnung legte ich nun auf die erst erwähnte mit theoretischen Kurven so, daß ihre Abszissenachse mit der Linie zusammenfiel, die der theoretischen Abszissenachse parallel und im Abstande von $(100 - y\infty)\,\%$ lief. Nun schob ich die aufliegende Zeichnung auf der unteren parallel ihrer Ordinatenachse so lange hin und her, bis die empirischen Punkte mit der jeweiligen theoretischen Kurve zusammenfielen. Traf das zu, so ist t_0 gleich dem Abstande, der vom Anfang des empirischen Koordinatensystems bis zum Kreuzungspunkt der gewählten theoretischen Kurve mit der empirischen Abszissenachse reicht. Gleichzeitig ergab sich dabei auch das empirische k, denn es ist gleich dem theoretischen k geteilt durch das betreffende Zeitmaß.

Häufiger gab es aber kein vollkommenes Zusammenfallen; dann mußte ich k berechnen. Ich ermittelte k in üblicher Weise[2]) nach folgender Formel: $0{,}4343\,k = \frac{1}{t - t_0} \log\left(\frac{y\infty}{y\infty - y}\right)$ für sämtliche empirische koordinierte Wertpaare von y und t, und fand dann den mittleren k-Wert. In den Fällen, wo t_0 graphisch genau nicht bestimmt werden konnte, berechnete ich k nach der Formel $0{,}4343\,k = \frac{1}{t - t_1} \log\left(\frac{y\infty}{y\infty - y_1}\right)$, wobei t_1 und y_1 das koordinierte Wertpaar der ersten empirischen Zählung bedeuten. Nachdem der

---

1) OSTWALD-LUTHER, Physiko-chemische Messungen. III. Aufl., S 30.

2) W. OSTWALD, Lehrb. allgem. Chem. 2. Aufl., Bd. 2, Teil II, S. 202. Die graphische Methode von H. FREUNDLICH (Zeitschr. physik. Chem. 1907, Bd. 57, S. 391) ist weniger genau und nimmt außerdem noch mehr Zeit in Anspruch als die Berechnungsmethode.

Die Bestimmungsmethode von k mittels der Korrelationsgleichungen (E. SLUZKI, Theorie der Korrelation, 1912) ist zu umständlich und zeitraubend; dabei ist die hierdurch erzielte große Genauigkeit für die biologischen Zwecke vorliegender Art auch überflüssig.

mittlere Wert von k hieraus gefunden wurde, berechnete ich dann t_0 nach der Formel $t_1 - t_0 = \frac{1}{0,4343\ k} \log \left(\frac{y\infty}{y\infty - y_1}\right)$.

Ergebnisse.

Zuerst führe ich einen Versuch zur Illustration des Berechnungsganges ausführlich an.

Versuch Nr. 118.

200 Weizensamen wurden bei 50° C 120 Minuten lang erwärmt. Die Keimung derselben ging folgendermaßen vor sich:

t (Zeit, gerechnet vom Herausnehmen d. Samen aus der Wanne)	y (Prozentsatz der gekeimten Samen)	$y\infty - y$	$\log (y\infty - y)$	$\log \left(\frac{y\infty}{y\infty - y}\right)$
43 Stunden	0	27,5	1,4393	0
67 "	5,0	22,5	1,3522	0,0871
91 "	13,0	14,5	1,1614	0,2779
115 "	18,0	9,5	0,9777	0,4616
140 "	20,5	7,0	0,8451	0,5942
164 "	23,5	4,0	0,6021	0,8372
188 "	24,0	3,5	0,5441	0,8952
213 "	25,0	2,5	0,3979	1,0414
239 "	26,0	1,5	0,1761	1,2632
286 "	27,0	0,5	0,6990–1	1,7403
332 "	27,5	0,0		
403 "	27,5			
447 "	27,5			
∞	27,5			

Abb. 1 stellt den Zusammenhang zwischen den angeführten t- und y-Werten graphisch dar.

Berechnung von 0,4343 k bei $t_0 = 52$ St.:

0,0871 : 15 = 0,005807
0,2779 : 39 = 0,007126
0,4616 : 63 = 0,007327
0,5942 : 88 = 0,006752
0,8372 : 112 = 0,007475
0,8952 : 136 = 0,006582
1,0414 : 161 = 0,006468
1,2632 : 187 = 0,006755
1,7403 : 234 = 0,007437

Im Mittel 0,006859

Die Berechnung von y bei 0,4343 k = 0,006859 ergab die Werte, die unten mit den beobachteten y-Werten zusammengestellt sind.

y berechn.	y beobacht.	d	d^2	$\frac{m_{th}}{m_{emp}}$
5,8	5,0 ± 1,54	+ 0,8	0,6400	
12,65	13,0 ± 2,37	— 0,35	0,1225	
17,33	18,0 ± 2,72	— 0,67	0,4489	
20,65	20,5 ± 2,85	+ 0,15	0,0225	
22,81	23,5 ± 3,00	— 0,69	0,4761	
24,29	24,0 ± 3,02	+ 0,29	0,0841	$\frac{0,415}{2,95} = 0,14$
25,34	25,0 ± 3,06	+ 0,34	0,1156	
26,07	26,0 ± 3,10	+ 0,07	0,0049	
26,817	27,0 ± 3,14	— 0,183	0,0335	
27,17	27,5 ± 3,15	— 0,33	0,1089	
27,392	27,5 ± 3,15	— 0,108	0,0117	
27,4463	27,5 ± 3,15	— 0,0537	0,0029	
	$\Sigma m_{emp} = 34,25$		$\Sigma d^2 = 2,0716$	

$$m_{emp} = \frac{34,25}{12} = 2,95\,\% \quad m_{th} = \sqrt{\frac{2,0716}{12}} = 0,415\,\%$$

$$k = \frac{0,006859}{0,4343} = 0,01579; \quad w = \frac{0,4587}{k} = 29,05.$$

Somit lautet die empirische Gleichung der Kurve von dem Versuch Nr. 118 so:

$$y = 27,5\,\% \left(1 - e^{\frac{-0,4587}{29,05}(t - 52)}\right).$$

Nun bringe ich die analogen Endresultate sämtlicher Versuche in folgenden Tabellen:

Tabelle 1.

Temperatur des Wassers in der Wanne 60,4° C.

Dauer der Erwärmung	y_∞	t_0	0,4343 k	w	$\frac{m_{th}}{m_{emp}}$
15″	93,0	39 St.	0,01965	10,14	0,87
30″	83,5	50 „	0,01134	17 57	0,90
45″	52,5	89 „	0,00994	20,04	0,42
60″	35,0	97 „	0,008188	24,33	0,13
75″	20,0	138 „	0,005387	37,00	0,28
90″	8,5	156 „	0,008148	24,45	0,13
120″	4,5	177 „	0,004316	46,16	0,20
150″	1,5	195 „	0,005676	35,10	0,35

Tabelle 2.

Temperatur des Wassers in der Wanne 55,0° C.

Dauer der Erwärmung	y_∞	t_0	0,4343 k	w	$\frac{m_{th}}{m_{emp}}$
3′	95,0	13 St.	0,0102	19,53	1,39
5′	69,0	26 „	0,00654	30,42	0,56
10′	23,0	64 „	0,0051	39,07	0,71
15′	9,3	88 „	0,0042	47,43	0,28
20′	3,5	141 „	0,0075	26,56	0,26

Tabelle 3.

Temperatur des Wassers in der Wanne 50,0° C.

Dauer der Erwärmung	y_∞	t_0	0,4343 k	w	$\frac{m_{th}}{m_{emp}}$
10′	97,0	5 St.	0,02006	9,93	0,26
20′	82,0	15 „	0,01314	15,16	0,43
30′	63,0	31 „	0,01257	15,85	0,54
60′	55.0	40 „	0,008218	24,24	0,85
90′	27,5	28 „	0,006642	29,992	0,17
120′	27,5	52 „	0,006859	29,05	0,14
150′	13,56	69 „	0.008081	24,65	0,21
180′	8,0	72 „	0,008248	24,15	0,22
210′	4,5	109 „	0,01233	16,16	0,15

Tabelle 4.

Temperatur des Wassers in der Wanne 45,0° C.

Dauer der Erwärmung	y_∞	t_0	0,4343 k	w	$\frac{m_{th}}{m_{emp}}$
6 St.	94,5	32 St.	0,02076	9,6	0,86
8 „	95,0	30 „	0,01281	15,55	1,43
10 „	87,0	40 „	0,01196	16,66	0,64
12 „	88,5	44 „	0,009287	21,45	0,44
14 „	61,5	48 „	0,008566	23,26	0,26
18 „	45,0	71 „	0,005322	37,44	0,42
22 „	23,5	65 „	0,007057	28,23	0,35
26 „	12,8	88 „	0,01065	18,72	0,16

Tabelle 5.

Kontrollsamen.

y_∞	t_0	0,4343 k	w	$\frac{m_{th}}{m_{emp}}$
97,67	11 St.	0,07174	2,78	1,09
99,33	8 „	0,07888	2,54	0,70

Aus der letzten Kolonne der Tabellen ist ersichtlich, daß der Annäherungsgrad der empirischen Funktion an die Ergebnisse meiner Versuche im allgemeinen genügend ist. Die Anwendung der Methode der kleinsten Quadrate könnte diesen Annäherungsgrad noch erhöhen, würde aber dafür zuviel Zeit und Mühe fordern. Übrigens zweifelt man an der Zweckmäßigkeit der Anwendung dieser Methode sogar für die physikalisch-chemischen Messungen, geschweige denn von den weniger genauen biologischen, denn die Fehler der Beobachtung sind auf den genannten Wissensgebieten stets größer als die der Berechnung. Das bemerken wir meist auch in unserem Falle, wenn wir die in der letzten Kolonne angeführten Verhältnisse genauer betrachten.

In den oben angeführten Tabellen befinden sich neben den üblichen Geschwindigkeitskonstanten k der Keimung noch die anderen Konstanten w. Ich gehe kurz auf die Bedeutung der letzteren ein. Lösen wir die NEWTONsche Gleichung für k auf, so erhalten wir die bekannte Formel: $k = -\frac{1}{t} \ln \frac{y\infty}{y\infty - y}$.

Wir ändern nun diese in folgender Weise:

$$k = \frac{1}{t} \ln \frac{1}{1 - y/y\infty} \quad \text{oder} \quad k = \frac{1}{t} \ln (1 - y/y\infty.)$$

Nun entsteht die Frage, in welcher Beziehung befindet sich y zu $y\infty$? Der Zusammenhang zwischen t und y besteht darin, daß die t-Werte eine arithmetische Progression bilden, die y-Werte dagegen eine geometrische mit dem Quotient e. Daher können wir die koordinierten Wertpaare so schreiben:

t	y
o	o
1	$\frac{e^n}{e} = e^{n-1}$
2	$e^{n-1} + \frac{e^n - e^{n-1}}{e} = 2e^{n-1} - e^{n-2}$
3	$2e^{n-1} - e^{n-2} + \frac{e^n - 2e^{n-1} + e^{n-2}}{e} = 3e^{n-1} - 3e^{n-2} + e^{n-3}$

Hieraus ergeben sich für k die Werte:

t	k
1	$-\frac{1}{1} \ln \left(1 - \frac{e^{n-1}}{e^n}\right) = -\ln (1 - e^{-1})$

$$2 \quad -\frac{1}{2}\ln\left(1-\frac{2e^{n-1}-e^{n-2}}{e^n}\right)=-\frac{1}{2}\ln\frac{e^n-2e^{n-1}+e^{n-2}}{e^n}$$

$$=-\frac{1}{2}\ln\frac{e^n}{e^n}(1-2e^{-1}+e^{-2})=-\frac{1}{2}\ln(1-e^{-1})^{2}=$$

$$-\frac{1}{2}\cdot 2\ln(1-e^{-1})=-\ln(1-e^{-1})$$

Berechnen wir diesen Ausdruck von k, so erhalten wir

$$k=-\ln(1-e^{-1})=-\ln 0{,}632=\frac{-\log 0{,}632}{0{,}4343}=\frac{0{,}1993}{0{,}4343}=0{,}4587.$$

Auf diese Weise geht die NEWTONsche Gleichung in folgende über:

$$y=y\infty\,(1-e^{-[-\ln(1-e^{-1})]t})=y\infty\,(1-e^{-0{,}4587t}).$$

Zu dieser Form der Gleichung sind wir unter der Voraussetzung gelangt, daß das Argument t mit einem normalen (1, 2, 3 . . .) Maßstab gemessen wird. Ändern wir diesen aber, z. B. so: 10, 20, 30 ... oder so: 0,1, 0,2, 0,3 . . ., so verändert sich auch zugleich in entsprechender Weise k, und zwar in erstem Falle verkleinert sich k zehnmal, in zweitem dagegen vergrößert sich k um ebensovielmal. Im allgemeinen müssen wir also unsere Gleichung so schreiben:

$$y=y\infty\left(1-e^{\frac{-0{,}4587}{w}t}\right),$$

wobei w das Argumentmaß, d. h. in unserem Falle das Zeitmaß bedeutet.

Somit gelangen wir zum Schluß, daß die Geschwindigkeitskonstante der NEWTONschen Gleichung, also auch der Gleichung der monomolekularen Reaktionen nur in der kanonischen Darstellung einheitlich erscheint, in Wirklichkeit aber sich aus zwei Konstanten zusammensetzt, von denen die eine universal ist und sich aus dem Charakter selbst der dieser Gleichung zu Grunde liegenden mathematischen Reihe ergibt, die andere dagegen das Argument- bzw. Zeitmaß darstellt und umgekehrt proportinal der üblichen Geschwindigkeitskonstante des Prozesses ist.

Vom Standpunkte dieser allgemeinen Betrachtungen aus besagt unsere Gleichung in konkretem Falle der Samenkeimung, daß w den Widerstand bezeichnet, der sich dem Keimungsgang entgegenstellt. Diese Größe muß demgemäß als eine Konstante des Keimungswiderstandes bezeichnet werden. Offenbar ist sie der gebräuchlichen Geschwindigkeitskonstante der Keimung umgekehrt proportional. Sie ist bei normalen Samen sehr klein, steigert sich aber um so mehr, je intensiver die Samen erhitzt werden.

Schluß.

Wir fassen nun die gewonnenen Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung zusammen; dabei werden wir einige mit ihnen verwandte Probleme kurz berühren.

1. Aufgestellt ist eine empirische Gleichung des zeitlichen Keimungsverlaufs der Weizensamen, der normalen sowie der erhitzten. Diese verbindet in strenger mathematischer Form jene Merkmale untereinander, die von den Samenforschern[1]) als charakteristische einzeln und ungenau schon längst benutzt wurden.

Nämlich $y\infty$ stellt das dar, was man als die endgültige Keimfähigkeit bezeichnen könnte. Sie erweist sich in der Regel als eine höhere im Vergleich zu der gewöhnlich festgestellten Keimfähigkeit, denn die üblichen Versuche dauern nicht genügend lang, um die endgültige Keimfähigkeit hervortreten zu lassen.

Die Inverse der Konstante w liefert uns das Maß der Keimungsgeschwindigkeit, d. h. sie bestimmt jenes empirische Merkmal der Samen, das häufig als eine Keimungseinigkeit[1]) bezeichnet wird.

t_0 ist eine Latenzperiode der Keimung. Diese Konstante in Verbindung mit w macht das empirische Merkmal der Keimungsenergie[1]) überflüssig, denn diese bezeichnet in ungenauer Weise eine sogenannte mittlere Keimungsgeschwindigkeit, die vom Beginn des Versuchs an gerechnet wird.

Die von mir aufgestellte Gleichung gestattet also in einfacher und genauer Weise Weizensamen verschiedenen Ursprungs zu charakterisieren. Es ist selbstverständlich, daß nur direkte Versuche mit anderen Samen (normalen wie auch verschiedentlich veränderten) darüber zu entscheiden haben, ob diese Gleichung eine allgemeine Gültigkeit beanspruchen kann.

2. Die theoretische Deutung der aufgestellten Gleichung des Keimungsverlaufs wird gleichzeitig mit der Deutung der früher[2]) aufgestellten Gleichung des Absterbeverlaufs der Samen in der nächsten Mitteilung erfolgen.

3. Aus den Tabellen 1—4 ist ersichtlich, wie die t_0- und w-Werte mit der Erhitzungsdauer zusammenhängen. Die ersteren laufen dieser Dauer immer proportional, die letzteren aber nur bis zu einer gewissen Höchstdauer, nach der sich das Verhältnis umkehrt. Sieht man von dieser Anomalie zeitweise ab, so kann man

1) P. KONSTANTINOW, Journ. experim. Landwirtsch. im Südosten Rußlands. 1922, S. 27.

2) PORODKO, Diese Berichte, Bd. XLV, S. 9 u. 10.

jene Verhältnisse ganz leicht begreifen. Je länger einerseits die Erhitzung der Samen dauert, desto intensiver wird auch ihre Wärmestarre, d. h. desto länger muß sie abklingen, dieses aber ist gleichbedeutend mit der Vergrößerung von t_0. Je länger andererseits die Erhitzung dauert, desto intensiver steigert sich der Widerstand gegen den normalen Keimungsverlauf, dieses führt aber zu einer Vergrößerung von w.

Was nun die oben erwähnte Anomalie anbetrifft, so muß einstweilen dahingestellt bleiben, ob sie einen eigenartigen Fall[1]) von Abschwächung der entsprechend verlängerten Hitzewirkung darstellt, oder ob sie das Resultat einer Ungenauigkeit beim Aufzeichnen der Kurven ist. Diese Ungenauigkeit könnte möglicherweise durch eine hier zu kleine Anzahl empirischer Punkte hervorgerufen sein.

Odessa, Botanisches Laboratorium der Universität,
den 4. Oktober 1926.

---

1) Bisher wurde derartiges nur bei chemischer Schädigung der Samen beschrieben. Vgl. AZCICHOVSKIJ, Bioch. Ztschr. 1913, Bd. 50, S. 233. P. LESAGE, Rev. génér. de Botan. 1917, Bd. 29, S. 102.

3. Karl Bertsch: Die Obstreste aus den Alamannengräbern von Oberflacht.

(Mit 2 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 13. November 1926. Vorgetragen in der Dezembersitzung.)

Bei Oberflacht, Oberamt Tuttlingen, liegt der größte und merkwürdigste frühgermanische Friedhof Deutschlands. Schon über 50 Gräber sind geöffnet worden, die Ruhestätten alamannischer Männer, Frauen und Kinder des 6. und 7. Jahrhunderts. Neben Waffen, Gefäßen, Schmuck- und Gebrauchsgegenständen enthielten ihre Särge oder Totenbäume Überreste von Früchten. Die ersten Beschreiber dieser Grabstätten, DÜRRICH und MENZEL, die im Jahre 1847 eine eingehende Bearbeitung herausgegeben haben, schließen aus diesen Resten auf einen namhaften Obstbau der Alamannen jener Zeit. Aber Professor REES, der im Jahre 1874 diese Reste genauer untersuchte, hat ihre Ansicht verworfen. Nach ihm soll es sich zum größten Teil um heimische Wildfrüchte handeln.

Da Professor REES nur einen geringen Bruchteil der Reste zu Gesicht bekam, die sich in der Stuttgarter Altertumssammlung befinden, so glaubte der neueste Bearbeiter dieser Grabstätten, Herr Dr. W. VEECK, daß die Untersuchung durch REES falsche Ergebnisse gezeitigt habe, und der Direktor der Württembergischen Altertumssammlung, Herr Professor Dr. GOESSLER, bat mich, eine neue Prüfung jener Pflanzenreste vorzunehmen, die bisher von botanischer Seite völlig unbeachtet geblieben sind. Darum scheint mir auch ein Hinweis auf diese Funde recht wünschenswert zu sein.

Den Schlüssel zur Lösung der Frage, ob wir es mit Kultur- oder Wildfrüchten zu tun haben, suchen wir bei den Kirschen. In der Stuttgarter Altertumssammlung befinden sich 27 Kirschensteine aus Grab Nr. 11. Zwei weitere Steine aus Grab 5 und Grab 26 sind verlorengegangen.

Zuerst war festzustellen, ob es sich um die Süßkirsche, *Prunus avium* L., oder um die Sauer- oder Weichselkirsche, *Prunus cerasus* L., handelt. Nach HEER unterscheiden sich diese durch eine scharf vortretende Rückenlinie. Auch BUSCHAN benutzt dieses Merkmal zur Trennung beider Arten. Es reicht auch tatsächlich aus, namentlich wenn man frische Steine neben die alten Funde

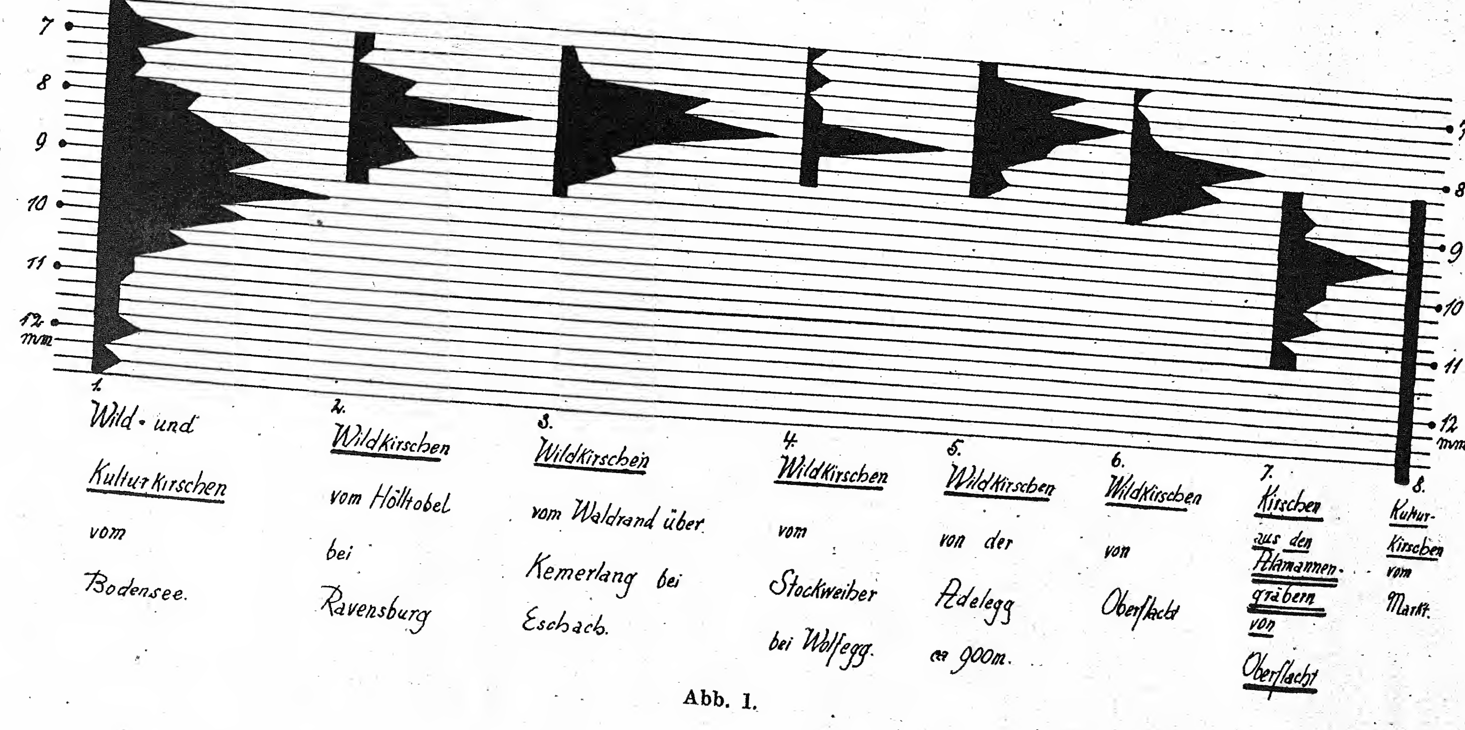

Länge der Kirschensteine.
7
8
9
10
11
12 mm
1. Wild- und Kulturkirschen vom Bodensee.
2. Wildkirschen vom Hölltobel bei Ravensburg
3. Wildkirschen vom Waldrand über Kemerlang bei Eschach.
4. Wildkirschen vom Stockweiher bei Wolfegg.
5. Wildkirschen von der Adelegg ca 900m.
6. Wildkirschen von Oberflacht
7. Kirschen aus den Alamannengräbern von Oberflacht
8. Kultur-Kirschen vom Markt.

Abb. 1.

hält. Zur Vergleichung benutzte ich Steine der in erster Linie in betracht kommenden Abart *acida* von Thayingen bei Schaffhausen, wo diese Pflanze in größerer Menge verwildert ist. Es zeigte sich, daß alle Steine aus den Alamannengräbern zur Süßkirsche, *Prunus avium* L., gehören.

Nun suchte ich ein umfangreiches Vergleichsmaterial von der Süßkirsche zusammenzubringen, um es zu hinreichenden Messungen auszunutzen: Kirschen vom Bodensee, Wildkirschen vom Hölltobel bei Ravensburg, Wildkirschen vom Waldrand über Kemerlang bei Eschach, Wildkirschen vom Stockweiher bei Wolfegg, Wildkirschen von der Adelegg, Wildkirschen von Oberflacht und endlich Kirschen vom Markt.

Der größte Unterschied zwischen den Steinen von Wild- und Kulturkirschen liegt in ihrer Länge. Ich habe sie deshalb genau zu messen versucht. Das Ergebnis wurde auf einem einheitlichen Ordinaten- und Abszissensystem eingetragen. Dabei sind die toten Zahlen lebendig geworden, wie die beigefügte Abbildung zeigt (1). Sie beweist überzeugend, daß die Kirschen der Alamannengräber nicht auf der gleichen Stufe stehen wie die Wildkirschen, sondern daß es echte Kulturkirschen sind.

Bei den Kirschen vom Markt habe ich darauf verzichtet, die Häufigkeit der einzelnen Werte zur Darstellung zu bringen, da sie einwandfrei kaum zu erlangen ist. Dafür kommt dieselbe in der Linie vom Bodensee zum Ausdruck. Ich sagte mir nämlich, daß der Bodensee eine hinlängliche Mischung der Kirschsorten seiner Ufer vornehme und daß ich nur nötig hätte, die Kirschsteine aus seinem Auswurf zusammenzulesen. Das Hochwasser dieses Sommers bot in den frischen Aufschüttungen an der Uferlinie eine günstige Gelegenheit hierzu, und so suchte ich auf einem etwa 1 m breiten Abschnitt 100 Steine heraus.

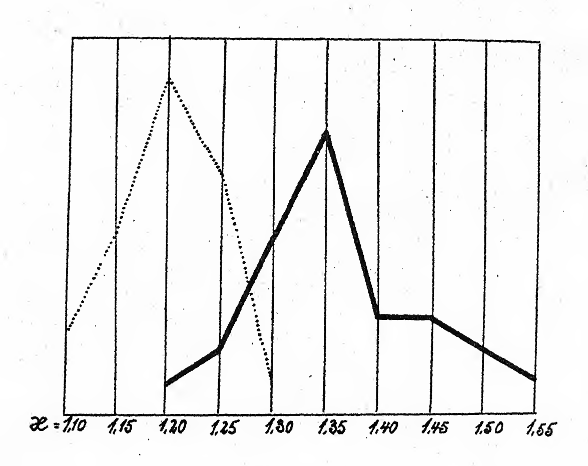
Besonderen Wert legte ich auf die Vergleichung der Kirschensteine der Alamannengräber mit den Wildkirschen der nächsten Umgebung. Ich dividierte die Länge dieser Steine durch ihre Breite. Die so erhaltenen Quotienten benutzte ich zu einer zweiten Darstellung, welche den Unterschied in ihrer Form zeigen soll (Abb. 2). Auch diese Darstellung beweist, daß die Kirschen der Alamannengräber nicht mit den Wildkirschen jener Gegend übereinstimmen. Wir haben es also bei den Alamannengräbern mit Kulturkirschen zu tun.

Nach den Berichten von SERVIUS und PLINIUS hat der römische Feldherr Lucullus die Kulturkirsche nach seinem Sieg über Mithridates im Jahre 67 v. Chr. aus Asien nach Italien

gebracht, und während der 200jährigen Herrschaft der Römer über Südwestdeutschland wurden dann diese veredelten Kirschen auch in ihrer oberdeutschen Provinz eingeführt. Wir wissen dies wieder von PLINIUS, der uns erzählt, daß zu seiner Zeit Kirschen am Rhein gebaut wurden, also etwa 120 Jahre nach ihrer Einführung in Italien, und die Ausgrabungen im Römerkastell Saalburg im Taunus haben neben anderen Obstsorten Steine von Süß- und

Form der Kirschen von Oberflacht.

Länge : Breite = x.



punktiert = Wildkirschen von Oberflacht
dick = Kirschen aus Grab Nr. 11.

Abb. 2.

Sauerkirschen zutage gefördert. Als dann im Jahre 260 n. Chr. die Alamannen den Limes überrannten und das ganze Land rechts des Rheins in Besitz nahmen, fanden sie hier edle Kirschbäume vor und übernahmen ihre Kultur. Die Kirschensteine aus den Gräbern von Oberflacht legen Zeugnis dafür ab.

In Grab 29 lag auch ein Pflaumenstein, *Prunus insititia* L. Er hat eine Länge von 14 mm und eine Breite von 9,5 mm, gehört also einer kleinen Sorte dieser Obstart an. Als diese altertümliche Sorte dürfen wir wohl die „Zibarte" auffassen, die heute noch um Oberflacht viel gepflanzt wird. Die Steine von manchen der dortigen Formen sind sogar noch beträchtlich kleiner

als der Stein aus dem Alamannengrab. Von einem Baum, der allerdings auffallend kleine Früchte trug, hatte der kleinste Stein eine Länge von 7,7 mm, der größte von 10,4 mm; der Durchschnitt betrug 9,6 mm. Von einem zweiten Baum mit etwas größeren, 17—18 mm messenden Früchten fand ich den kleinsten Stein 9,5 mm lang, den größten 11,4 mm, den Durchschnitt zu 10,6 mm, und von einem dritten Baum mit 2 cm breiten, kugeligen Früchten den kleinsten Stein 10,2 mm, den größten 12,3 mm, im Mittel 11,5 mm. Die Alamannen hatten also schon im 6. und 7. Jahrhundert neben primitiven Formen eine ziemlich hochgezüchtete Sorte, und in ihrem innigen Totenkult haben sie den Leichen gerade ihre besten Früchte mitgegeben.

Professor REES erwähnt die Pflaume nicht, obgleich sie schon in dem Verzeichnis von DÜRRICH und MENZEL vorkommt. Von seinen drei *Prunus*-Steinen stellte er einen zur Süßkirsche, einen zur Traubenkirsche und einen zur Schlehe *(Prunus spinosa* L.). Leider ist der angebliche Schlehenstein nicht mehr vorhanden. Oder sollte es der oben angeführte Pflaumenstein gewesen sein? Wir wollen indessen die Möglichkeit offen lassen, daß es sich um einen andern Stein handelte, der vielleicht einer der kleineren Zibartensorten angehörte. Diese letzteren haben eine große Ähnlichkeit mit Schlehensteinen, vor allem hinsichtlich ihrer Größe, manchmal auch nach ihrer Gestalt und Skulptur. So besitze ich Steine einer blauen Zibartensorte von Langenrain auf dem Bodanrücken am Bodensee, von denen ich einzelne Stücke kaum von der Schlehe zu unterscheiden wüßte, wenn sie mir ohne Angabe ihrer Herkunft vorgelegt würden. Solche mögen REES Anlaß zur Verwechslung gegeben haben. Bei der Innigkeit des alamannischen Totenkultus ist es nämlich wenig wahrscheinlich, daß die Alamannen einem ihrer Toten einen Schabernack spielten und ihm ins Totenreich eine herbe, ungenießbare Schlehe mitgaben.

Die Pflaume, die im asiatischen Orient, vielleicht schon im östlichen Mittelmeergebiet heimisch ist, wurde schon in der jüngeren Steinzeit nach Mitteleuropa eingeführt. Sie fand sich aus dieser Zeit im Pfahlbau zu Robenhausen in der Schweiz und in der grauen Kulturschichte vom Schweizersbild bei Schaffhausen. Aus der Römerzeit stammen die Steine der Saalburg im Taunus. Die Steine von Oberflacht sind die einzigen frühgermanischen, zugleich die ältesten, die man bis jetzt aus Württemberg kennt.

Einen *Prunus*-Stein, den DÜRRICH und MENZEL für einen Kirschenstein hielten, hat Professor REES als Traubenkirsche bestimmt, *Prunus padus* L. Wer hat da recht? Da der fragliche

Stein verschollen ist, kann die Frage nicht mehr sicher entschieden werden. Aber die Wahrscheinlichkeit spricht für DÜRRICH und MENZEL. Wozu sollten die Alamannen ihren Toten die ungenießbaren, nur als Abführmittel dienenden Traubenkirschen ins Grab mitgegeben haben? Dazu kommt, daß Professor REES durch die glänzende Schrift von OSW. HEER über die Pflanzen der Pfahlbauten zu seiner Untersuchung veranlaßt worden ist. Er hat also dieses Werkchen bei der Bestimmung benutzt. Nun ist aber dort die Abbildung der Traubenkirsche falsch und irreführend. Der Stein ist um ein Drittel zu groß gezeichnet und die Skulptur der Seitenflächen ist ganz anders. Die abgebildeten Steine gehören wahrscheinlich zu Wildformen der Süßkirsche, an denen das Fruchtfleisch auf dem Baum vertrocknet ist, so daß der Stein durch die verschrumpfte Haut runzelig geworden ist. Solche Formen kann man bei unsern Wildkirschen hin und wieder beobachten, und auch der Bodensee wirft sie trotz des Liegens im Wasser wieder unaufgeweicht aus. Wenn also REES seine Kirschensteine mit dieser Abbildung verglichen hat, dann mußte er zu einer falschen Bestimmung kommen. Ich halte darum die ursprüngliche Deutung durch DÜRRICH und MENZEL für wahrscheinlicher.

In Grab 29 fanden sich auch drei Walnüsse, *Iuglans regia* L. Sie messen 31 mm in der Länge und 20 mm in der Breite, 25 mm in der Länge und 23 mm in der Breite und 25 mm in der Länge und 25 mm in der Breite. Eine weitere Nuß fand sich in Grab 2, während die genaue Fundstelle von mehreren andern nicht mehr bekannt ist. Dr. VEECK hat diese letzteren der Sendung nicht beigefügt, „weil sie den andern vollkommen gleich sind".

Die Heimat des Nußbaums ist wahrscheinlich im Orient, vielleicht auch in Nordgriechenland zu suchen. Schon zur jüngeren Steinzeit hat die Walnuß den Bodensee erreicht. Man kennt solche Nüsse vom Pfahlbau Wangen am Untersee in Baden und vom Pfahlbau Arbon am Bodensee in der Schweiz. Aus der Bronzezeit stammt eine Nuß vom Pfahlbau Bodmann am Überlingersee. Aus den Brunnen der Saalburg im Taunus sind zahlreiche Nüsse der römischen Zeit zutage gefördert worden. Die nächstältesten deutschen Walnüsse sind nun diejenigen aus den Alamannengräbern von Oberflacht. Es sind zugleich die ältesten aus Württemberg.

Es ist nun kaum anzunehmen, daß man diese Frucht jahrtausendelang als Handelsware aus dem Ausland bezog, ohne daß es jemand eingefallen wäre, ihre Aussaat und Kultur zu versuchen. Die Ansicht, daß erst Karl der Große den Nußbaum in Deutschland eingeführt habe, die noch HEGI in seiner Illustrierten Flora von

Mitteleuropa vertritt, läßt sich also nicht aufrecht halten. Auch die Walnuß ist schon von den Alamannen des 6. und 7. Jahrhunderts gepflanzt worden.

In Grab 14 fanden sich 7 Birnen. Schon bei der Öffnung des Grabes im Jahre 1846 waren sie braun und zusammengeschrumpft. Einige Reste sind davon erhalten. Sie sind aber sehr unansehnlich geworden. Um sie nicht gänzlich zerstören zu müssen, habe ich auf die genaue Untersuchung, die vor allem in der Herausarbeitung des Kerngehäuses bestanden hätte, verzichtet. Hier mag angefügt werden, daß zwei Totenbäume, aus Grab 3 und Grab 4, aus Birnbaumholz gefertigt waren.

Die Birne ist schon aus den neolithischen Pfahlbauten von Wangen am Untersee in Baden bekannt. Ihr Vorkommen im Oberflachter Totenfeld ist also ganz natürlich.

Äpfel fanden sich in einem durch den Freiherrn V. OW geöffneten Grab. Sie sind aber in der Stuttgarter Altertumssammlung nicht vorhanden. Auch dieser Baum war schon seit langem in Süddeutschland in Kultur. OSW. HEER fand Äpfel in den neolithischen Pfahlbauten von Wangen am Untersee in Baden, ich selbst in der neolithischen Siedlung Riedschachen bei Schussenried und in der hallstattzeitlichen Siedlung im Egelsee bei Buchau in Württemberg. Die Äpfel der Alamannengräber fügen sich also ganz gut in die bisherigen süddeutschen Funde ein.

Ein Pfirsichkern, *Prunus persica* (L.) Stok, lag zusammen mit Glas- und Bernsteinperlen in einem Frauengrab. Er ist durchbohrt. Er wurde also als Anhänger an der Bernsteinkette getragen. Man muß annehmen, daß er mit der Bernsteinkette als Handelsware eingeführt worden ist.

Die Haselnuß, *Corylus avellana* L., ist reichlich vertreten. Ich sah 172 Stück aus Grab 31. Weitere Haselnüsse enthielten Grab 2, Grab 28, Grab 32, Grab 39 und Grab 40. Da die Haselnuß heute noch im Obsthandel eine Rolle spielt, so hat ihr Vorkommen in den Totenbäumen nichts Auffallendes. Auch die Feststellung, daß sie in zwei Formen, einer länglichen und einer runden, auftrittt, besagt nicht viel. Beide Formen beobachten wir an allen vorgeschichtlichen Fundstellen, sobald eine größere Anzahl von Nüssen zum Vorschein kommt.

Die Alamannen des 6. und 7. Jahrhunderts betrieben also schon einen ausgedehnten Obstbau auf Äpfel, Birnen, Pflaumen, Kirschen und Nüsse. Von den heute auf kleinbäuerlichem Besitz gepflanzten Obstarten fehlte nur die Zwetschge.

Literatur.

1. BUSCHAN, Vorgeschichtliche Botanik der Kultur- und Nutzpflanzen der Alten Welt. 1895.
2. DÜRRICH und MENZEL, Die Heidengräber am Lupfen bei Oberflacht. 1847.
3. HEER, Die Pflanzen der Pfahlbauten. 1866.
4. HEGI, Illustrierte Flora von Mitteleuropa. Band 3.
5. HOOPS, Waldbäume und Kulturpflanzen im germanischen Altertum. 1905.
6. NEUWEILER, Die prähistorischen Pflanzenreste Mitteleuropas. Vierteljahrsschrift der naturforschenden Gesellschaft in Zürich. 1905.
7. REES, Pflanzenreste aus den Totenbäumen in Oberflacht. Sitzungsberichte der physikalisch-med. Sozietät Erlangen. 1874.
8. VEECK, Der Alamannenfriedhof von Oberflacht. 1924.

---

4. R. Kolkwitz: Über die Geißeln der Schwefelbakterie Chromatium Okenii (Ehrb.) Perty.

(Aus der Biol. Abt. der Preuß. Landesanstalt für Wasser-, Boden- und Lufthygiene in Berlin-Dahlem.)

(Mit 1 Abbildung im Text.)

(Eingegangen am 23. November 1926. Vorgetragen in der Dezembersitzung.)

Als EHRENBERG im Jahre 1836 *Chromatium Okenii* in Ziegenhain unweit Jena entdeckte, erkannte er bereits, daß die Bewegung des Organismus durch eine peitschenartig geschwungene Geißel bewirkt wird. Er benannte ihn zu Ehren von OKEN, dem Begründer der „Versammlung der deutschen Naturforscher".

Jahrzehntelang schrieb man dieser Schwefelbakterie ganz im Sinne von EHRENBERG eine einzige, verhältnismäßig leicht sichtbare Geißel zu. Erst durch die bekannten Studien von LOEFFLER (1889) machte die Erforschung der Geißeln weitere Fortschritte, zunächst in bezug auf Spirillen und Stäbchenbakterien, dann aber auch bei Flagellaten und den Fäden der Spermatozoiden.

BÜTSCHLI (1890) bildete *Chromatium Okenii* ebenfalls noch mit einer Geißel ab, die aber in seinen Abbildungen vom Jahre 1902 bereits einen etwas aufgelockerten Eindruck macht. Für das verwandte *Rhabdochromatium* schildert er (1902) aber auch Exemplare mit „zerfaserten" Geißeln.

ZETTNOW (Cbl. Bakt., 1891) erwähnt, daß die Geißeln von *Chromatium Okenii* sich bisweilen in 3—6 Teile spalten, bildet aber nur ungespaltene Geißeln ab. In der Zeitschr. f. Hyg., 1897, gibt er

im Text für *Chromatium Okenii* wiederum bis 6 Geißeln an, während an seinen Abbildungen von *Spirillum volutans* etwa 20 Geißeln herausgezählt werden können. An seinen Abbildungen von *Thiospirillum jenense* lassen sich etwa 10 Geißeln erkennen.

FÖRSTER (Cbl. Bakt., 1892) bildet für unseren Organismus nur eine einzige Geißel ab.

MIGULA (Syst., 1897) teilt über die Spirillen mit, daß sie stets eine höhere Zahl von Geißeln, mindestens 5, besäßen, nur ließe sich die Zahl wegen der unangenehmen Eigenschaft der Geißeln, zusammenzukleben, selten genau ermitteln. In seiner Bearbeitung der Bakterien bei ENGLER-PRANTL (1900) schreibt er *Chromatium Okenii* 3 Geißeln, *Thiospirillum* deren 12 zu. Für *Pseudomonas syncyanea* bildet er 8 Geißeln ab, während er für die Gesamtgattung bis 10 Geißeln angibt. Die mit einer Geißel geschilderten bedürfen der Nachprüfung.

KOLKWITZ (1909) erwähnt, daß die dicke Geißel von *Chromatium Okenii* durch Verkleben mehrerer dünner gebildet sei.

MIEHE (1912) gibt die Höchstzahl der Geißeln von *Spirillum undula* zu 30 an.

BUDER (1915) und METZNER (1920) betrachten es als sehr wahrscheinlich, daß die Geißel von *Chromatium Okenii* aus einer ganzen Anzahl von Einzelgeißeln (etwa 20) zusammengesetzt ist, die aber recht fest aneinanderhaften und bei den verschiedenen Beiz- und Färbemethoden auch nur unvollkommen voneinander zu trennen sind.

BAVENDAMM (1924, mit Lit.) schreibt der Gattung *Chromatium* eine polare Geißel zu, die wohl aus Einzelgeißeln bestehe, welche sehr fest miteinander verklebt seien.

Meine eigenen, neueren Studien ergaben für *Chromatium Okenii* mit Sicherheit etwa 40 herauszählbare Geißeln (vgl. die Textabbildung), also mehr, als bisher selbst für *Spirillum* festgestellt worden waren. Die Geißeln sind entsprechend ihrer großen Zahl sehr fein und liegen als Einzelgebilde naturgemäß nahe der Grenze der Sichtbarkeit, lassen sich als Schopf aber sehr gut erkennen. Das mikroskopische Bild deutet darauf hin, daß sie ihren Vereinigungspunkt an der Ansatzstelle am Pol der Zelle haben und daß diejenigen Geißeln, welche wie die gespaltenen Schlangenzungen erscheinen, dennoch aus zwei vollkommen trennbaren Geißeln bestehen. Es ist wahrscheinlich, daß bei vollkommenster Trennung der Geißeln sich eine noch größere Zahl als 40 ergeben wird, wobei (für kleine Arten) möglicherweise die Grenze der Sichtbarkeit erreicht wird.

Die Methode, welche zur Sichtbarmachung der geschilderten Verhältnisse angewandt wurde, bestand darin, daß die Zellen mit Osmiumsäure fixiert wurden, der Untergrund dann mit RUGE-Lösung (Eisessig-Formol-Lösung) ausgewaschen (geklärt) und daß dann nach LOEFFLER weiter behandelt wurde. Auch die Färbung

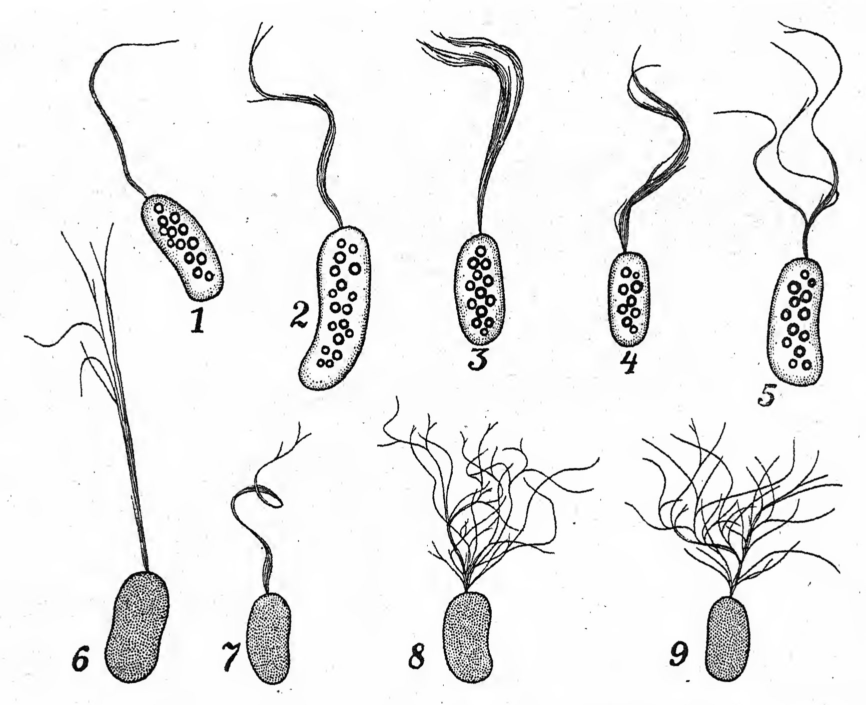


Abb. 1. Zellen von *Chromatium Okenii* (Ehrb.) Perty.

Fig. 1 bis 5: Zellen mit Schwefeltröpfchen; Geißeln gar nicht oder nur wenig aufgeteilt.

Fig. 6 bis 9: Zellen durch Farbstoff gleichmäßig gefärbt, wie sie im Dauerpräparat erscheinen.

Geißelfärbung nach LOEFFLER. Vergr. 1000fach (Original).

mit Aethylamin-Silberlösung nach ZETTNOW (vgl. ABEL, Taschenbuch) ergab günstige Resultate. Bei diesen methodischen Untersuchungen hatte ich mich in dankenswerter Weise der förderlichen Hilfe von Fräulein L. SCHEELE vom Reichsgesundheitsamt in Dahlem zu erfreuen.

Beim Durchmustern der Präparate zeigte sich, daß alle möglichen Stadien der „Aufspaltung" zu beobachten waren, wie es die Textabbildung zeigt. Die weitgehende Zerteilung (Teilbild 8 und 9)

ist nicht häufig zu beobachten. Man wird annehmen können, daß bei *Chromatium* 40 und mehr Geißeln vorliegen, welche normalerweise vielleicht durch einen Schleim (oder durch Adhäsion) zusammengehalten werden, wodurch es ihnen ermöglicht ist, als eine Kabelgeißel (vgl. BUDER, 1915) zu schlagen. In günstigen Fällen, wie den vorliegenden, dürfte es gelingen, den Schleim zu lockern, wobei die große Zahl der Geißeln hervortritt, besonders bei alkalischer Reaktion des Mediums (vgl. METZNER, 1920). Wird der vermutete Schleim nicht gelockert oder gelöst, dann wird die dicke Geißel mehr oder weniger als Einheit in die Erscheinung treten.

Es ist nicht wahrscheinlich, daß die Geißeln ähnlich ineinander verwirrt sind, wie man es von den „Geißelzöpfen" der peritrichen Bakterien kennt. Höchstens könnten, wie in Kupferdrahtlitzen die feinen Metallfäden, die Einzelgeißeln umeinandergeschlungen, möglicherweise auch ähnlich wie die Fasern in einem Wollfaden, Seil oder Tau, gelagert sein.

Kunstprodukte, wie sie bei Mazeration der Achsengebilde von Spermatozoidfäden in Form einer großen Anzahl feinster Fibrillen auftreten (BALLOWITZ in GURWITSCH, Zelle, 1904, S. 58), liegen nach dem Gesamtbild und nach dem Vergleich mit Spirillen (siehe auch die Arbeit von M. ZUELZER im Cbl. Bakt., I, 1921, Bd. 85, S. *165 über den Erreger der Rattenbißkrankheit) nicht vor.

Das Zusammenhalten der Geißeln ließe es verständlich erscheinen, daß nicht alle Arten von *Chromatium* bisher ähnliche Verhältnisse wie *Chromatium Okenii* haben erkennen lassen und daß für einzelne Arten die Angaben schwanken.

Das feste Verkleben der Einzelgeißeln würde es erklärlich machen, daß z. B. bei *Chromatium Warmingii* Zettnow ein sich zuspitzendes Geißelbüschel wahrnahm, während sich nach BAVENDAMM bei dieser Art trotz sorgfältiger Färbung nur eine dicke Einzelgeißel zeigte.

Selbst bei einem so gut untersuchten Organismus wie *Vibrio cholerae* wird angegeben, daß jedes Komma in der Regel nur eine einzige Geißel besitze. Von einzelnen Beobachtern wurden aber gelegentlich mehrere Geißelfäden wahrgenommen (vgl. C. GÜNTHER, 1906).

Für solche Fälle wird in Zukunft vielleicht eine Nachprüfung nötig sein, da in neuerer Zeit die Zahl der Geißeln mehrfach als beachtenswertes systematisches Merkmal erkannt worden ist. So erwähnt BURCKHARDT (Cbl. Bakt., I, 1917, Bd. 79), daß in der *Fluorescens*-Gruppe die Zahl der Geißeln von höherem systematischen Wert sei, als es die biologischen Merkmale, wie Verflüssigung und Farbstoffbildung, seien. Er betont ausdrücklich, daß Beobachtungs-

fehler infolge des Verklebens von Geißeln gemacht werden können. Ähnlich lägen die Verhältnisse für *Vibrio* und *Spirillum*, mit denen die *Fluorescentes* näher verwandt sind. Man wird annehmen können, daß alle mehr oder weniger dick erscheinenden Einzelgeißeln der Bakterien bei Verwendung geeigneter Präparationsmethoden sich später als gebüschelte erweisen werden. Erneute Untersuchungen werden auch für die in mancher Hinsicht abweichenden Geißeln der Flagellaten erforderlich sein.

Für die Familie der Chromatiaceae (BAVENDAMM, früher Unterfamilie nach MIGULA) ergeben sich ebenfalls systematische Gesichtspunkte, da sie nach den vorliegenden Untersuchungen sich jetzt morphologisch als verhältnismäßig einheitlich darbietet. Sie umfaßt die Gattungen *Chromatium*, *Rhabdochromatium* und *Thiospirillum*. Für alle drei Gattungen darf man wohl allgemein reichgegliederte Geißelbüschel annehmen, auch für die an den Meeresküsten vorkommenden spezifischen Arten (WARMING, 1875, und ISSATSCHENKO, 1914). Ferner bildet nunmehr *Thiospirillum violaceum* (vgl. BAVENDAMM, S. 132) mit seiner bisweilen geringen schraubigen Krümmung einen Übergang zu *Chromatium*, welches in manchen Exemplaren ebenfalls Neigung zu schwacher Schraubenbildung zeigt.

Weitere Fortschritte auf diesem schwierigen Gebiete der Geißelforschung wird man, außer durch weitere Vervollkommnung der Präparationsmethoden, durch gleichzeitige Beobachtungen mittels moderner Dunkelfeldbeleuchtungen und durch Photographie erwarten können.

Genaue Anweisung für die Herstellung der Präparate.

1. Die Flüssigkeit mit dem lebenden Material wird auf gut entfettete Objektträger, die bequemer zu handhaben sind als Deckgläschen, ausgestrichen und zunächst nach 2. fixiert.
2. Als Fixierungsmittel dient Osmiumsäure. Der Inhalt eines käuflichen Röhrchens mit 0,1 g Substanz wird in ein kleines, trockenes Präparatenglas geschüttet, dessen Boden mit Glaswolle bedeckt ist. Der vorbereitete Objektträger wird hineingestellt und der Deckel des mit schwarzem Papier umkleideten Glases sogleich wieder aufgesetzt. Die Organismen bleiben den Dämpfen der Osmiumsäure höchstens eine halbe Minute lang ausgesetzt; sie müssen während dieser Zeit feucht bleiben.

   Wird die Glaswolle im Laufe der Zeit allmählich naß, so breitet man eine Schicht neuer darüber aus. Die Osmiumsäure muß erneuert werden, wenn der Inhalt nicht mehr deutlich riecht, meist nach etwa 8 Wochen.

3. Nach dem Fixieren auf feuchtem Objektträger läßt man ihn in Zimmerluft trocknen (ohne zu flambieren), am besten 24 Stunden lang, damit die Organismen gut auf dem Glase haften; doch genügt oft kürzere Zeit. Wichtig ist die Erzielung gut lufttrockener Präparate ohne Anwendung von Gewaltmitteln. Diese würden die reinigende Wirkung der RUGE-Lösung beeinträchtigen.

4. Das Material wird hierauf in RUGE-Lösung (modifiziert nach RUYSK) 5 Minuten lang eingetaucht. Diese Lösung hat folgende Zusammensetzung:

Eisessig	1 ccm
Handelsübliches Formalin (ca. 40 %) .	20 ccm
Aqua destillata.	100 ccm.

Nach Verlauf dieser Zeit wird in destilliertem Wasser abgespült; Trocknenlassen ist nicht erforderlich.

5. Erst jetzt setzt Geißelfärbung nach LOEFFLER ein (cf. ABEL).

6. Zur Gewinnung besonders guter Präparate müssen viele Färbungen vorgenommen und die Objektträger genau durchmustert werden; die besten Bilder liefern nur vereinzelte Stellen. Es empfiehlt sich, Material von verschiedenen Standorten und in ungleicher Entwicklung der Präparation zu unterwerfen.

---

5. Lothar Geitler: Zur Morphologie der Infloreszenzen und Blüten von Neptunia oleracea.

(Aus der Biologischen Station Lunz, Nied.-Österr.)

(Mit 3 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 1. Dezember 1926. Vorgetragen in der Dezembersitzung.)

Die Arten der Mimosaceen-Gattung *Neptunia* sind, abgesehen von anatomischen und physiologischen Eigenheiten (Aërenchym, seismonastische Reizbarkeit der Fiederblättchen ähnlich wie bei *Mimosa*, Drehung der Blätter mit der Sonne), durch den Bau der Infloreszenz und der Blüten interessant. Da über diesen wenig bekannt ist und mir *Neptunia oleracea* reichlich blühend im Warmhaus der biologischen Station in Lunz zur Verfügung stand, mögen hier meine Beobachtungen kurz mitgeteilt werden.

Der Blütenstand bietet ein gutes Beispiel von Arbeitsteilung. Die morphologisch oberen Blüten zeigen den gewöhnlichen Mimosaceenbau: Kelch und Krone sind klein, unscheinbar und grün, nach innen zu folgen 10 Staubfäden mit langen Filamenten, in der Mitte steht der Fruchtkoten. Im Gegensatz zu *Mimosa* sind die Filamente nicht korollinisch gefärbt und tragen daher auch nicht zum Schauapparat der Infloreszenz bei. Der Schauapparat wird vielmehr von den morphologisch untersten, sterilen Blüten gebildet. Ihr Gynoeceum ist ganz reduziert; die 10 Staubgefäße sind in leuchtend gelbe, blumenblattartige Staminodien umgewandelt. Wie bei *Neptunia plena*[1]) wird die anfangs aufrecht stehende Infloreszenz während des Aufblühens nickend, wodurch die sterilen Blüten mit den korollinischen Staubgefäßen oben zu stehen kommen und einen wenigstens für den Menschen sehr eindrucksvollen gelben Schopf bilden (Abb. 1)[2]). Beim Öffnen der sterilen Blüten erfolgt durch das seitliche Durchbrechen der Staminodien durch die Korolle vorübergehende Gitterbildung (Abb. 2).

Zwischen den sterilen und den normal fertilen zwitterigen Blüten findet man konstant Übergangsformen eingeschaltet. Auf die sterilen Blüten (Abb. 3a) folgen zunächst Blüten, bei welchen

1) Vgl. GOEBEL, K., Entfaltungsbewegungen der Pflanzen, 2. Aufl., Jena, 1924, S. 491.

2) Vgl. auch die Abbildungen von *Neptunia plena* in CURTISS, Bot. Mag., IV. Ser., Vol. IX, T. 4695 und EDWARS Bot. Rep. 1846, 3.

ein Teil der Staminodien verkürzt ist (Abb. 3 b). Diese verkürzten Staminodien können auch rudimentäre Antheren besitzen (Abb. 3 c). Weiter oben kommen dann Blüten mit zum Teil funktionierenden Staubgefäßen, die typisch fadenförmige Filamente besitzen oder flächig verbreitert sind[1]). Dabei können die sterilen Staminodien verkürzt sein (Abb. 3 d) oder die alte Länge besitzen (Abb. 3 e). In den Blüten mit Ansätzen zur Antherenbildung befindet sich ein winziger rudimentärer Fruchtknoten (Abb. 3 k)[2]). Es folgen

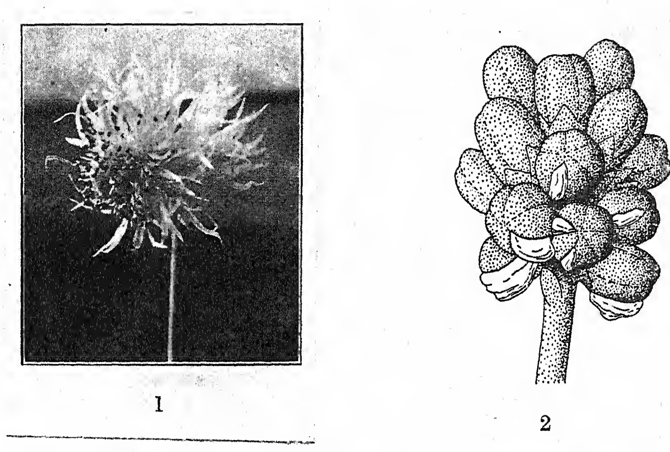


Abb. 1. *Neptunia oleracea.* Infloreszenz. Etwas verkleinert.
Abb. 2. *Neptunia oleracea.* Junge Infloreszenz vor dem Aufblühen. Ungefähr zweimal vergrößert.

dann männliche Blüten mit 10 funktionierenden und typisch gebauten Staubgefäßen, aber mit nicht voll entwickeltem Gynoeceum (der Griffel ist meist charakteristisch gebogen, Abb. 3 l) und schließlich die normal gebauten Zwitterblüten[3]).

Diese verschiedenen Ausbildungsweisen der Blüten findet man in der Regel nicht alle innerhalb einer einzigen Infloreszenz. Die Umwandlung der normalen Zwitterblüten in die sterilen korollinischen

---

1) Im einzelnen ist bemerkenswert, daß auch die stark reduzierten Antheren den eigentümlichen, als Drüse aufgefaßten Anhang des Konnektivs erkennen lassen. Abbildung 3 f—i zeigt die Übergänge von sterilen Staminodien zu funktionierenden Staubgefäßen.

2) Auch GOEBEL (l. c.) fand das gleiche bei *N. plena.*

3) Die verschiedenen Blüten unterscheiden sich auch durch die Größe von Kelch und Korolle: diese sind in den sterilen Blüten am kleinsten, in den Zwitterblüten am größten.

Blüten erfolgt sprungweise. Die Zahl der intermediären Blüten ist meist kleiner, selten ebenso groß wie die Zahl der fertilen bzw. sterilen Blüten. Beispielsweise waren von den 26 Blüten einer Infloreszenz 1—9 steril, 10—18 waren Zwischenformen, 19—26 normale Zwitterblüten; in einem anderen Fall waren von den 16 Blüten 1—6 steril, 7—11 Zwischenformen, 12—16 Zwitterblüten. Besonders schnell erfolgt der Übergang zwischen korollinischen

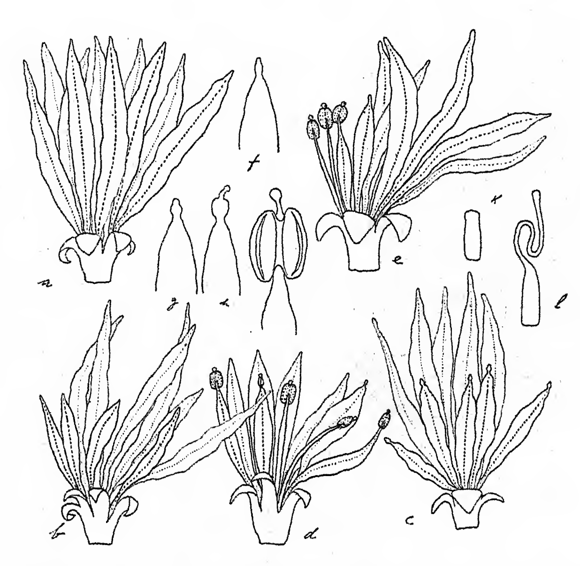


Abb. 3. *Neptunia oleracea.* a—e verschiedene ganz oder teilweise sterile Blüten. f—h rudimentäre Staubgefäße; i funktionierendes Staubgefäß mit korollinischem Filament; k, l rudimentäre Fruchtknoten. a—e schwach, f—l stärker vergrößert.

Staminodien und funktionierenden Staubgefäßen mit fadenförmigen Filamenten. In der Regel sind in einer Infloreszenz nur 2—3 solcher Übergangsblüten eingeschaltet. Die ganze Infloreszenz stellt demnach keine kontinuierliche Reihe von Blüten dar, sondern besteht aus 2 Gruppen von untereinander gleich gebauten Blüten (den sterilen einerseits und den Zwitterblüten anderseits), und aus einer zwischen beiden eingeschalteten Zone von Blüten, die den Übergang vermitteln. In dieser Zone sind die unteren Blüten in bezug auf das Androeceum wie auf das Gynoeceum verschieden, die oberen aber nur hinsichtlich des Gynoeceums, während sie im Bau des Androeceums (10 normale Staubgefäße) untereinander gleich sind.

Eigentümlich ist die Art des Übergangs der Staminodien in Staubgefäße innerhalb der einzelnen Blüte. Sowohl die Verkürzung wie auch die Ausbildung funktionsloser und funktionierender Antheren erfolgt nicht regellos, sondern immer gruppenweise an nebeneinanderstehenden Staminodien. Meistens sind es fünf (Abb. 3 b—d). Die Gruppen mit den „funktionsfähigeren“ Staminodien stehen dabei immer der Infloreszenzachse zugewendet; die Blüten erhalten ein zygomorphes Aussehen. Bemerkenswert ist, daß auch innerhalb des Staubgefäßkreises dieser Blüten keine kontinuierliche Reihe von Zwischenformen vorhanden ist, sondern daß sich 2 Gruppen von untereinander gleich gebauten Organen unvermittelt gegenüberstehen (Abb. 3 a—e). Es drückt sich hier ein ähnlich sprungweises Verhalten wie im Bau der Infloreszenz aus. Wenn daher GOEBEL (l. c.) von *N. plena* sagt: „Man findet alle Übergänge von ihnen (sc. Staminodien, d. Verf.) zu den Staubblättern“, so ist dies wenigstens für *N. oleracea* nur richtig, wenn man verschiedene Infloreszenzen in Betracht zieht.

6. Peter Stark: Über die Zugehörigkeit des Kieferpollens in den verschiedenen Horizonten der Bodenseemoore.

(Mit 1 Abbildung im Text.)

(Eingegangen am 15. Dezember 1926. Vorgetragen in der Januarsitzung.)

In einem früheren Jahrgang dieser Zeitschrift wurde in einer vorläufigen Mitteilung (7) über die Entwicklungsgeschichte der Bodenseemoore berichtet. Es wurde dort der Tatsache Erwähnung getan, daß wir in den ältesten Horizonten bei größtem Pollenreichtum auf eine immer fortschreitende Verarmung an Pollenarten treffen, so daß an der Basis nur noch *Betula*, *Pinus* und *Salix* nachweisbar sind. In der ersten ausführlichen Arbeit über die Bodenseemoore (8) wurden dann die Verhältnisse einer mehr ins Detail gehenden Analyse unterzogen. Es sei hier nur ganz summarisch betont, daß sich allenthalben eine sehr charakteristische Gehölzsuccession herausschälen läßt, aus der sich folgende Phasenverschiebung ergibt: 1. Birkenperiode, 2. Kieferperiode, 3. Kieferhaselperiode, 4. Eichenmischwaldperiode, 5. Erlen-Buchen-Tannenperiode und 6. Fichtenperiode mit sekundärem Kieferanstieg. Diese Succession kennzeichnet in groben Zügen die Verschiebungen, die im Waldbild in postglazialer Zeit eingetreten sind. Es wäre nun von großem Interesse, zu wissen, um welche Kieferart es sich in jener ersten Zeit gehandelt hat und ob neben *Pinus silvestris* auch an *P. montana* gedacht werden muß. Leider lassen sich die beiden Kieferarten, wie schon früher näher ausgeführt worden ist, weder nach den Größenverhältnissen noch nach der Gestalt des Pollens scharf trennen. Im allgemeinen zeichnet sich ja *P. montana* durch locker aufgehängte Luftsäcke aus, und die Pollenkörner der Bergkiefer weisen auch durchschnittlich eine erheblichere Größe auf. So geben DOCTUROWSKI und KUDRJASCHOW für *P. silvestris* 48—65 μ, für *P. montana* aber 60—70 μ an (5). Schon aus diesen Daten ergibt sich die transgredierende Überschneidung der Größenverhältnisse, und dasselbe ist auch von der Pollengestalt zu sagen, so daß man wohl nach dem allgemeinen Charakter sagen kann, daß in einem Fall der *silvestris*-Typus, im andern der *montana*-Typus vorherrscht; solche Aussagen verlieren aber bei Einzelkörnern sofort ihre Sicherheit, da es sich natürlich um eine extreme Variante des andern Typus handeln kann. Hier kann nur eine variations-

statistische Behandlung des Materials weiterführen. An der Hand von Mittelwerten läßt sich hier der Nachweis erbringen, ob es sich bei dem zur Analyse vorliegenden Material um eine mehr oder minder reine Probe oder um ein Pollengemisch der beiden Arten handelt. Ich habe mich deshalb der Aufgabe unterzogen, einige 1000 Pollenkörner aus verschiedenen Horizonten zu messen, um ein allgemeines Urteil in der vorliegenden Frage zu gewinnen. Selbstverständlich mußte zum Vergleich auch rezentes Material herangezogen werden. Es sei hier über diese Dinge, die später in einen größeren Zusammenhang eingereiht werden sollen, schon vorausgreifend berichtet, da sie vielleicht zu entsprechenden Beobachtungen in andern Gebieten anregen.

Die Gesamtresultate der vorgenommenen Messungen sind in Tabelle I zusammengestellt, in die alles untersuchte Material mit aufgenommen ist. Jch lege Wert auf diese Feststellung, damit nicht etwa der Anschein hervorgerufen wird, daß es sich nur um eine Auslese besonders geeigneter Daten handelt. Zu dieser Tabelle ist folgendes zu bemerken: Die ersten beiden Vertikalspalten bringen die Angaben über das in Frage kommende Moor und den in Frage kommenden Horizont, dem die Probe entnommen ist. Die dritte Spalte gibt die Gesamtzahl der abgemessenen Pollenkörner wieder. Die folgenden Spalten enthalten die zu Klassenvarianten vereinigten Einzelmessungen, und zwar wurden als Klassengrenzen die Teilstriche der verwendeten Mikrometerskala gewählt. Die Pollengrößen schwanken danach zwischen 4 und 13 Skalenteilen. Da nun ein Skalenteil = 7,2 μ ist, so lassen sich danach die absoluten Werte ohne weiteres berechnen. Da es uns aber beim Vergleich im wesentlichen nur auf die relativen Werte ankommt, so habe ich davon abgesehen, die ganze Tabelle in μ umzurechnen, dies vielmehr nur für den Mittelwert getan, der in der letzten Vertikalspalte enthalten ist.

Soviel zur allgemeinen Information. Wir wenden uns nun den Einzelergebnissen zu. Die Tabelle ist durch dickere Striche von oben nach unten in drei Bezirke eingeteilt. Der oberste umfaßt die Daten, die sich auf das rezente Vergleichsmaterial beziehen. Daraus wurden die Standardwerte für *Pinus silvestris* und *P. montana* gewonnen. *P. silvestris I* ist ein Baum in der Nachbarschaft des Mindelsees, *P. silvestris II* ein solcher auf dem Wollmattinger Ried; das Material für *Pinus montana* wurde, da in dem behandelten Teil des Bodenseegebiets keine Bergkiefer vorkommt, vom botanischen Garten der Universität Freiburg entnommen. Überblickt man zunächst die Einzelserien in sich, dann

Tabelle I.

Es bedeutet: Ar. = Schilftorf, Car. = Carextorf, Hy. = Hypnumtorf, Leb. = Lebertorf, Schl. = Seeschlick, Schn. = Schnegglisande, Se. = Seekreide, Sph. = Sphagnumtorf, Wa. = Waldtorf.

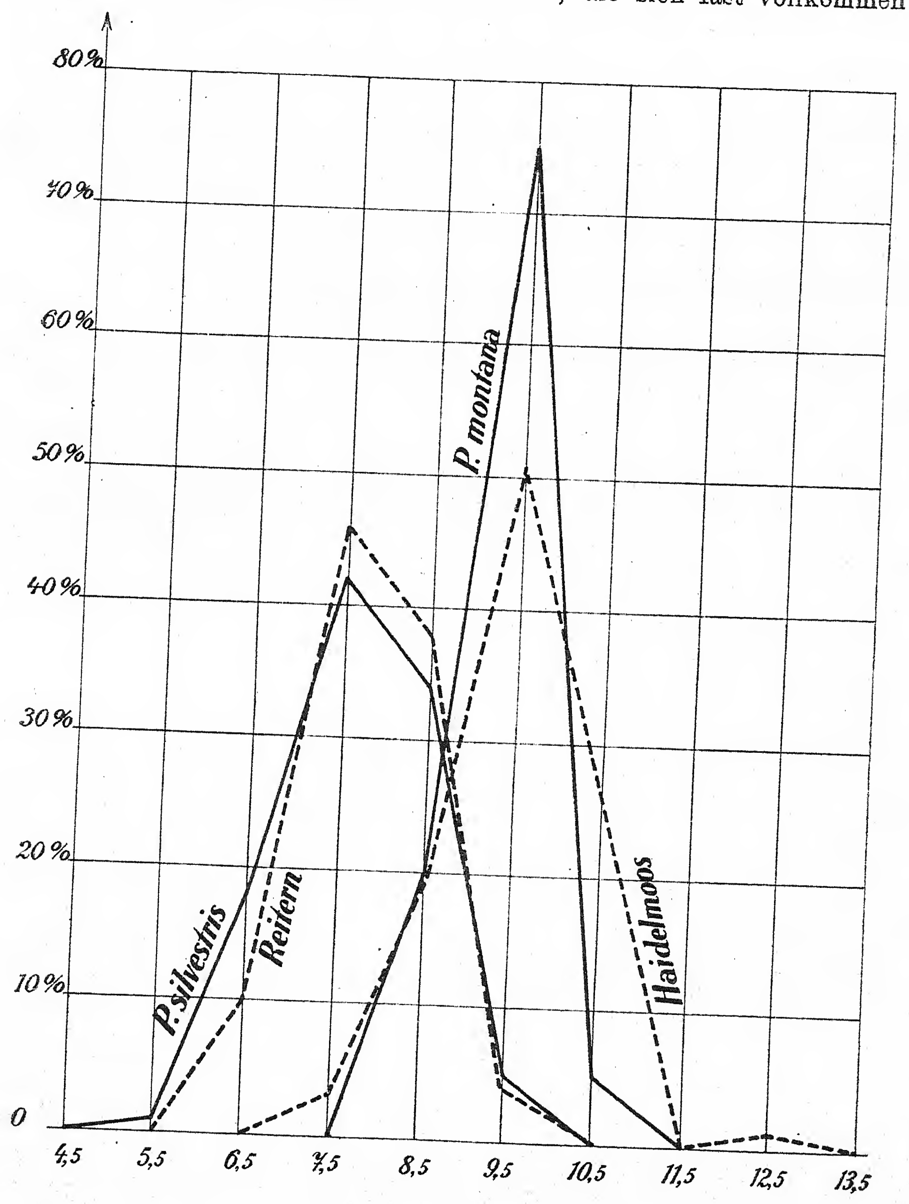
	Horizont	Pollenzahl	Klassenvarianten nach der Mikrometerskala									Mittelwert in μ
			4–5	5–6	6–7	7–8	8–9	9–10	10–11	11–12	12–13	
P. silvestris I	—	100		1	18	42	34	5				55,7
„ „ *II*	—	100	1	3	16	61	17	2				53,7
P. montana	—	400				1	79	300	20			67,3
Gehrenmoos	Schl.	50		2	8	31	9					53,6
St. Katharinen	Leb.	50		2	9	26	11	2				54,1
Reitern	Car.	50			5	23	19	3				55,3
Mettnau	Schl.	100			7	60	32	1				55.9
Dürrenberg	Sph.	50			2	24	21	2				57,2
Weiherhof	Se.	100			12	36	39	13				56,4
Breitenried	Ar.	100		1	8	39	43	8	1			57,7
Mooswiesen	Se.	127		1	13	52	42	16	3			57,9
Gehrenmoos	Schn.	100			4	42	45	9				58 2
Bussenried II	Se.	100			9	34	42	14	1			58,5
Mooshof	Wa.	150			4	41	88	16	1			59,7
! Anst. Reichenau	Leb.	144		1	6	41	65	29	2			60,0
Reuthe	Se.	60			1	14	39	6				60.0
! Bündlisried	Hy.	100			4	29	58	9				60,0
! .	Ar.	100			2	19	62	16				60,1
Mindelsee	Se.	100			2	26	57	15				60,1
Bussenried I	Leb.	100			3	22	57	18				60,5
! Nägelried	Ton	190			3	45	105	33	4			60,6
! Bussenried I	Se.	382		2	32	94	133	101	14	5	1	60,9
! Schalmenried	Se.	100			4	23	55	27	1			61,1
! Böhringersee	Se.	223		1	7	51	101	56	7			61,3
! Tannenhof	Leb.	170		1	2	34	79	48	6			62,0
! Überlingerried	Ton	56			1	11	25	17	2			62.2
! Kaltbrunn	Wa.	:00				14	51	33	2			62,9
! Breitenried	Se.	170				8	65	88	7	1	1	65,5
! Ried	Se.	275		2	14	10	65	137	36	11		66,0
! Haidelmoos	Leb.	100				3	19	51	26		1	68,7

ergibt sich das charakteristische Bild einer eingipfeligen Variabilitätskurve mit beiderseitiger Streuung. Die beiden Kurven für *Pinus silvestris* stimmen sehr schön miteinander überein. Das zeigt sich einmal in der Tatsache, daß der Kurvengipfel beidemal zwischen den 7. und 8. Skalenstrich fällt und ferner in den beinahe identischen Mittelwerten: 55,7 μ für *P. silvestris I* und 53,7 μ für *P. silvestris II.* Anders liegen die Dinge für *P. montana.* Die gauze Kurve ist stark nach rechts verschoben, eine Klasse ist ganz übersprungen und der Gipfel fällt zwischen den 9. und 10. Skalenteil. Dem entspricht der höhere Mittelwert von 67,3 μ. Vergleicht man die für *P. silvestris* und *P. montana* gewonnenen Werte, dann zeigt sich, daß sie genau an der Stelle liegen, wo man sie nach den summarischen Daten von DOCTUROWSKI erwartet. Auch die stärkere Streuung von *P. silvestris* hat ihre Bestätigung gefunden, desgleichen die dadurch herabgedrückte Gipfellage. Der zweite abgegrenzte Teil der Tabelle bezieht sich auf die Messungen, die an dem aus jüngeren Schichtproben entnommenen Pollenmaterial vorgenommen wurden. Der Seeschlick vom Mettnau und vom Gehrenmoos, der Seggentorf vom Torfried bei Reitern und der Sphagnumtorf vom Dürrenbergried gehören der Fichtenperiode mit sekundärem Kieferanstieg, der Lebertorf von St. Katharinen der anklingenden Eichenperiode an. Bei allen 5 Proben liegt der Gipfel zwischen dem 7. und 8. Skalenstrich, also an derselben Stelle wie bei *P. silvestris*, und auch die berechneten Mittelwerte, die sich zwischen 53,6 μ und 57,2 μ bewegen, zeigen eine Übereinstimmung, wie sie nicht besser gewünscht werden kann. Die maximale durchschnittliche Abweichung nach oben beträgt 1,5 μ. Das liegt aber gewiß innerhalb des mittleren Fehlers. Wir ziehen daraus den Schluß, daß es sich hier zweifellos um *P. silvestris* handelt, was ja speziell bei den 4 jüngeren Proben nicht anders zu erwarten war. Damit stimmt auch sehr schön die Pollengestalt überein: Körner mit angenähertem *P. montana*-Typus fehlen.

Wir kommen zu dem dritten besonders abgegrenzten Feld. Die hier vereinigten Messungen erstrecken sich durchweg auf Schichtproben, die der frühen Phase der postglazialen Entwicklung angehören, und zwar der ausklingenden Birken- bzw. der Kieferperiode bis zu dem Zeitpunkt, wo die Hasel anzusteigen beginnt. Fast durchweg betrug die Pollensumme von Birke, Kiefer, Weide über 90 %, in vielen Fällen fehlten andere Komponenten vollständig. Es ist nun sehr interessant, die gewonnenen Einzelkurven, die hier nach steigenden Mittelwerten geordnet sind, miteinander zu vergleichen. Auch die niedrigsten Werte liegen noch höher als

diejenigen der Standardwerte von *P. silvestris*, wenngleich sie noch innerhalb der Fehlergrenze zu liegen kommen. Aber schon hier verdient eine Tatsache Erwähnung, daß nämlich der Gipfel schon deutlich verlagert ist. Nur in einem einzigen Fall, nämlich bei den Mooswiesen, liegt er wie bei *P. silvestris* zwischen dem 7. und 8. Skalenstrich, allenthalben sonst ist er zum mindesten zwischen den 8. und 9. Skalenstrich verschoben. Dementsprechend steigen die Mittelwerte stetig an. Und dementsprechend mehren sich auch die Pollenkörner, die schon stärker nach dem Typus von *P. montana* tendieren. Proben, bei denen solche Körner in auffälligem Maße eingestreut sind, sind durch ein vorgesetztes Ausrufungszeichen gekennzeichnet. Dieser Art sind mehr als die Hälfte der untersuchten Proben. Besondere Beachtung verdienen die Fälle, bei denen an ein und demselben Moor Schichten aus verschiedenen Etagen untersucht wurden. Hierher gehört z. B. das Gehrenmoos. Analysiert wurde hier der Seeschlick ganz an der Oberfläche und der Schnegglisand darunter in größerer Tiefe. Wir finden die Vergleichswerte 53,6 μ und 58,2 μ. Der letzte Wert deutet schon auf eine schwache Beimengung von *P. montana*. Viel stärkere Differenzen bestehen zwischen den beiden Proben vom Breitenried, von denen sich die erste auf den Schilftorf, die zweite auf die Seekreide darunter erstreckt. Die obere ergibt den Mittelwert 57,7 μ, also eine kaum merkliche Abweichung von *P. silvestris*, die untere aber 65,5 μ, fällt also schon in den Bereich von *P. montana*. Und darein fügt sich sehr schön, daß für die letzte Probe im Gegensatz zu der ersten ausgeprägter *P. montana*-Habitus festgestellt wurde, und daß die obere Probe schon in die beginnende Kiefer-Haselperiode fällt, während bei der unteren nur Kiefer, Birke und Weide vorhanden sind. Selbst so kleine Differenzen, wie sie zwischen den beiden Proben von Bussenried I und II (Lebertorf und Seekreide darunter) bestehen, finden in den etwas verschobenen Pollenspektren und in dem Zurücktreten vom *P. montana*-Habitus in der oberen Probe ihren Rückhalt. Danach läßt sich sagen, daß die intermediären Kurven so zu deuten sind, daß hier eine Mischung vorliegt von Pollen der **beiden** Kieferarten. Die graduelle Staffelung der Beteiligung von *P. montana* ist dabei wohl nicht nur zeitlich bedingt, derart, daß sich die Pollenproben historisch genau nach dem *P. montana*-Gehalt staffeln ließen, vielmehr mögen viele dieser Proben gleich alt sein, denn es ist anzunehmen, daß gleichzeitig noch die topographische Bestockung des Geländes mit den beiden Kieferarten bzw. die Zufälligkeiten des Lufttransports eine Rolle spielen. Von besonderer Wichtigkeit ist für uns aber die Tatsache,

daß wir am Ende der Reihe — es sind dies die drei untersten Proben — Variabilitätskurven antreffen, die sich fast vollkommen



mit jenen von *P. montana* decken, die also als reine *P. montana*-Kurven anzusprechen sind. Damit stimmt auch die Physiognomie der in Frage kommenden Pollenkörner überein, und es verdient weiterhin Beachtung, daß gerade die einschlägigen Proben vom Breit...

und von Ried der ausklingenden Birkenperiode angehören, also zu den ältesten untersuchten gehören.

Der Anschaulichkeit halber sind die Verhältnisse noch graphisch zur Darstellung gebracht. Abbildung 1 zeigt ausgezogen die Kurve von *P. silvestris* (links) und von *P. montana* (rechts); die gestrichelten Kurven beziehen sich auf die spätalluviale Pollenkurve von Reitern (links) und die frühalluviale Kurve vom Haidelmoos (rechts). Man erkennt ohne weiteres, wie sich die Kurve von Reitern an diejenige von *P. silvestris*, die Kurve des Haidelmooses an diejenige von *P. montana* anlehnt, was sich beidemale besonders in der Gipfellage ausspricht. Ein näherer Kommentar ist überflüssig.

Wir ziehen zum Schlusse die Folgerungen aus unseren Beobachtungen. Schon SCHMIDLE hat die Vermutung ausgesprochen, daß der Kieferpollen in der Seekreide vielleicht der Bergkiefer zugehört (6). Ich habe dann in meiner ersten ausführlichen Mitteilung über das Gebiet mit Rücksicht auf die ersten Daten, die aus der Statistik gewonnen waren, die These ausgesprochen, daß die Bergkiefer zweifellos vorhanden war, aber nur in spärlicher Einstreuung (8). Nach den nunmehr vorliegenden Daten aber kann man sagen, daß *P. montana* eine ganz maßgebende Rolle gespielt haben muß. Wir gelangen damit zu einer Auffassung, die in neuerer Zeit für das württembergische Nachbargebiet vor allem von BERTSCH vertreten worden ist, wobei er sich besonders auf seine Beobachtungen im Brunnenholzried stützte (1, 2). Bei der pollenanalytischen Behandlung der verschiedenen Schichten stieß BERTSCH auf die bemerkenswerte Tatsache, daß hier an der Basis zwei Kiefergipfel auftreten, die durch einen Birkengipfel getrennt sind, ein Verhalten, wie es mir im badischen Gebiet noch nie in dieser Weise begegnet ist. BERTSCH spricht die Vermutung aus, daß der erste Gipfel der Bergkiefer, der zweite der Waldkiefer entspricht. Diese Annahme findet darin ihren Rückhalt, daß tatsächlich in der Seekreide, welcher der erste Gipfel entspricht, ein Zapfen von *P. montana* gefunden wurde. Dieser Zapfenfund ist deshalb von besonderer Bedeutung, weil damit die Vermutung ausgeschlossen ist, es müsse sich bei dem Pollen um Ferntransport handeln, eine Deutung, die auch in den hier registrierten Fällen ausscheidet, wo wir auf reine *P. montana*-Kurven stoßen. Der zweite Kiefergipfel fällt in Braunmoostorf, und hier sind zahlreiche Zapfen von *P. silvestris* eingestreut, so daß also auch die Interpretierung des zweiten Gipfels als *P. silvestris*-Gipfel einen Rückhalt findet. Es wäre natürlich von der größten Bedeutung, für diesen Fall unsere variationsstatistische Messungsmethode anzuwenden.

Wir kommen zusammenfassend zu folgendem Bild: Wir haben uns zu denken, daß in der Eiszeit selbst der Krummholzgürtel bis in das Alpenvorland herabgedrückt war. BERTSCH (3) hat versucht, die damalige Höhengrenze der Bergkiefer zu berechnen und gelangt dabei zu einem Wert von 500 m, eine Auffassung, die freilich von anderer Seite (4) bestritten worden ist. Danach müßten alle anderen Bäume das Feld völlig geräumt haben. Ich bemerke dazu, daß nach meinen Befunden in dem Heddesheimer Torfried bei Mannheim (9) selbst in so weiter Distanz vom Bodensee und in einer so warmen Lage im Beginne des Postglazials der Baumbestand auf Kiefer, Birke und Weide zusammengeschrumpft ist. Sollte aber auch die Annahme von BERTSCH als zu weitgehend empfunden werden, so kommen wir doch nicht darum herum anzunehmen, daß die Bergkiefer zum mindesten in größeren Beständen auch in der frühen Postglazialzeit noch im Alpenvorland heimisch war. Erst in zähem Kampf hat sie dann die vorgeschobene Stellung aufgegeben, wobei sie vor allem mit der den andern Gehölzen voraneilenden Waldkiefer in Konkurrenz trat, von der sie mehr und mehr verdrängt wurde. Das findet in dem Zurückgehen der Mittelwerte der Kieferpollenkurven seinen sinnfälligen Ausdruck.

Breslau, Botanisches Institut der Universität.

Literatur.

1. BERTSCH, Karl, Das Brunnenholzried. Veröff. d. staatl. St. f. Naturschutz b. württ. Landesamt f. Naturdenkmalpf. H. 1. 1925.
2. —, —, Pollenanalytische Untersuchungen in Oberschwaben. Mikrokosmos. 19. 1925/6.
3. —, —, Die Entwicklung des oberschwäbischen Waldes seit der Eiszeit. Jahrb. d. württ. Lehrw. I. 1926.
4. BROCKMANN-JEROSCH, H. u. M., Die Geschichte der schweizerischen Alpenflora. In SCHRÖTER, Pflanzenleben der Alpen. 2. Aufl. 1926.
5. DOCTUROWSKI und KUDRJASCHOW, Hilfsmittel zur geologischen Untersuchung der Moore. Geol. Archiv. III. 1924.
6. SCHMIDLE, W., Postglaziale Ablagerungen im nordwestlichen Bodenseegebiet. Centrbl. f. Min., Geol. u. Palaeont. 1911.
7. STARK, P., Zur Entwicklungsgeschichte der badischen Bodenseemoore. Ber. d. dtsch. bot. Ges. 41. 1923.
8. —, —, Die Moore des badischen Bodenseegebiets. I. Ber. d. nat. Ges. Freiburg. XIV. 1925.
9. —, —, Über ein altes Torfprofil im Oberrheintal bei Mannheim. Ber. d. dtsch. bot. Ges. 44. 1926.

---

7. R. Jaretzky: Einige Chromosomenzahlen aus der Familie der Polygonaceae.

(Vorläufige Mitteilung.)

(Mit 1 Abbildung im Text.)

(Eingegangen am 17. Dezember 1926. Vorgetragen in der Januarsitzung.)

Die Polygonaceae sind schon des öfteren von Zytologen auch hinsichtlich ihres Chromosomenbestandes untersucht worden. Allerdings beschränkten sich die Forscher, wenn wir von *Fagopyrum esculentum* und *Polygonum Savatieri* absehen, lediglich auf die Gattung *Rumex*. Als erster gibt FINK (1899) für *Rumex verticillatus* ca. 24 Chromosomen an, doch bereits ROTH (1906) machte darauf aufmerksam, daß diese Zahl zu niedrig sei. ROTH selbst gibt die Chromosomenzahlen einer Reihe Arten speziell aus der Sektion *Acetosa* an. Nach diesen Ergebnissen mußte man annehmen, daß die Achtzahl als Grundzahl der Chromosomengarnituren zu gelten habe, und so erscheint es verständlich, daß DUDGEON (1918), hierdurch beeinflußt, 32 Chromosomen bei *Rumex crispus* zu sehen glaubte. Bisher haben sich diese älteren Angaben zum größten Teile als irrig herausgestellt, für die aber noch nicht nachuntersuchten Arten ist wohl das gleiche zu argwöhnen. Zuerst wurden die ROTHschen Angaben über *Rumex acetosa* durch SINOTO (1925) und weiterhin durch KIHARA und T. ONO (1925) berichtigt, die statt acht Chromosomen 8 + 7 angeben, und die über *Rumex acetosella* durch MEURMAN (1925) und KIHARA (1925).

Vor kurzem habe ich (1927) einige Chromosomenzahlen der Gattung *Rumex* bekanntgegeben, bei welcher Gelegenheit ich die Vermutung aussprach, daß in der Subsekt. *Eulapathum* wohl durchgehend die Zehnzahl in der Chromosomengarnitur vorherrschen dürfte. Diese Angaben und Annahmen werden bestätigt durch die Untersuchungen KIHARAs, von denen ich durch Herrn Prof. KIHARA persönlich anläßlich seines Besuches in Kiel hörte.

KIHARA hat zwölf Arten der Subsekt. *Eulapathum* untersucht (hierunter auch zwei, die ich bereits angegeben habe), die sämtlich 10 Chromosomen oder ein Vielfaches hiervon besitzen. Auch KIHARA fand bei *Rumex bucephalophorus* L. (Subsekt. *Bucephalophorus:* JARETZKY 1925) die von mir genannte haploide Chromosomenzahl acht vor, wiederum ein schöner Beweis

unbedingt von den übrigen *Lapathum*-Arten zu trennen ist. Weiterhin untersuchte KIHARA auch drei Arten aus der Sektion *Acetosa*. Es war mir bereits damals möglich, Herrn Prof. KIHARAs Befunde an *Rumex arifolius* bestätigen zu können; die 7 + 8 Chromosomen in den Pollenmutterzellen wurden vollkommen unabhängig voneinander gefunden. Es seien hier die Arten mit sicher bestimmten Chromosomensätzen aufgeführt:

Rumex acetosa L.	7 + 8	(SINOTO 1925, KIHARA und T. ONO 1925)
„ *arifolius* All. . . .	7 + 8	(KIHARA, JARETZKY)
„ *thyrsiflorus* Hayek	7 + 8	(MEURMAN 1925)
„ *nivalis* Hegetsch.	7 + 8	(KIHARA)
„ *acetosella* L. . . .	20 + 21	(MEURMAN 1925, KIHARA 1925)
„ *scutatus* L.	10	(NODA 1925, KIHARA)
„ *bucephalophorus* L.	8	(JARETZKY 1927, KIHARA)
„ *alpinus*	10	(KIHARA)
„ *flexuosus* Forst. .	10	(JARETZKY 1927)
„ *salicifolius*	10	(KIHARA)
„ *obtusifolius*	20	(KIHARA)
„ *maritimus*	20	(JARETZKY 1927, KIHARA)
„ *crispus*	30	(JARETZKY 1927, KIHARA)
„ *patientia*	30	(KIHARA)
„ *orientalis*	30	(KIHARA)
„ *domesticus*	40	(KIHARA)
„ *japonicus*	50	(KIHARA)
„ *hymenosapalus* . .	50	(KIHARA)
„ *Andraeanus*	60	(KIHARA)
„ *hydrolapathum* . .	100	(KIHARA).

Es schien mir nun anläßlich dieser neuesten Resultate angebracht, alle die von mir bisher erzielten Ergebnisse an anderen Gattungen der Polygonaceae in einer vorläufigen kurzen Mitteilung bekanntzugeben.

Von der Gattung *Rheum* wurden bisher drei Arten untersucht. Fig. 1 zeigt uns eine Polplatte der heterotypischen Teilung von *Rheum palmatum* L., Fig. 2 eine diploide Teilung in der Wurzelspitze derselben Pflanze. Aus beiden Abbildungen können wir mit größter Sicherheit die Haploidzahl x = 11 und die Diploidzahl 22 erschließen. In Fig. 3 sehen wir eine Polplatte der heterotypischen Teilung von *Rheum officinale* Baill. mit ebenfalls x = 11 Chromo-

Die näher aneinander liegenden Chromosomen sind durch Anastomosen in Verbindung getreten, wodurch der Beginn der Telophase angedeutet wird. Die einzelnen Chromosomen zeigen in ihrer Mitte einen weniger stark färbbaren Streifen, der unzweifelhaft die

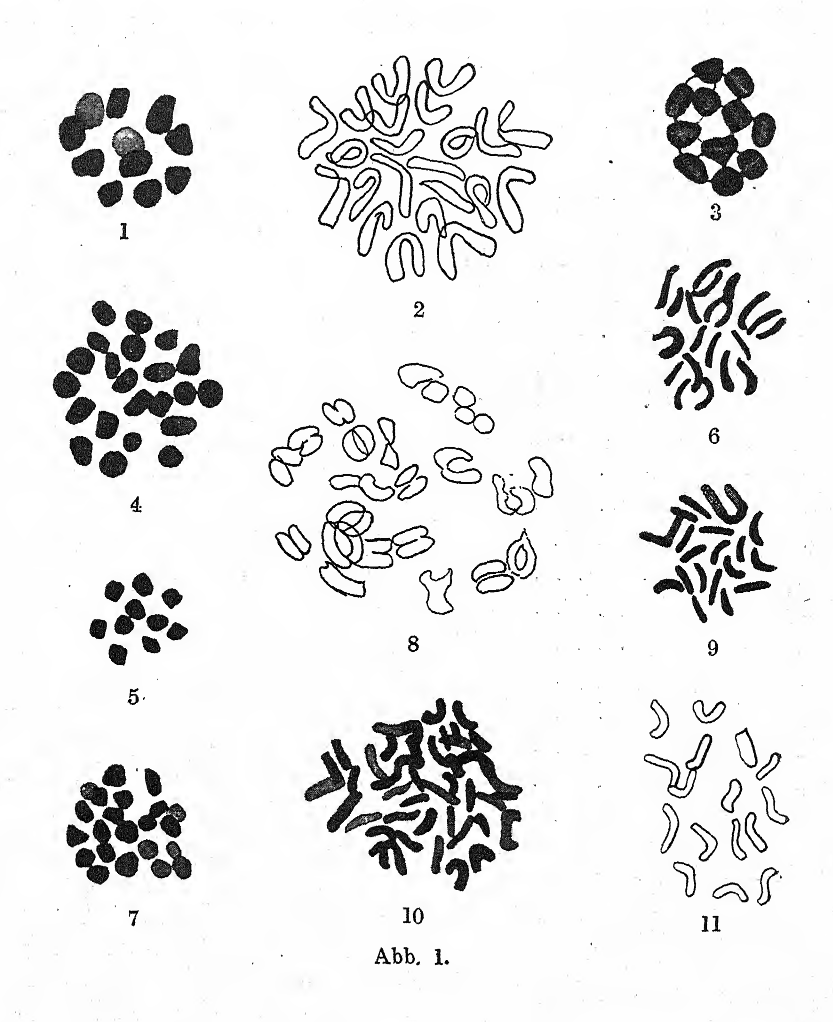


Abb. 1.

Trennungsschicht der einzelnen Chromosomenspaltlinge darstellt, die schon in der Interkinese deutlich voneinander getrennt sind. Fig. 4 stellt eine heterotypische Polplatte mit 22 Chromosomen von *Rheum undulatum* L. dar. Da alle Abbildungen mit der gleichen Vergrößerung hergestellt sind, können wir aus ihnen schließen, daß bei *Rheum undulatum* die Diploidie nicht durch Chromosomenspaltung, sondern durch Verdoppel...

Kernmessungen in der Diakinese bestätigten dies auch. Wir erhielten für die Diakinesekerne von *Rheum palmatum* einen Durchschnittswert von 407,51 cbμ, für *Rheum undulatum* einen solchen von 812,68 cbμ. Die genaueren Aufzeichnungen sollen gebracht werden bei der Gesamtdarstellung der Gattung, und dasselbe gilt auch für die weiter unten aufgeführten Arten und Gattungen; denn die Ausführungen sollen nicht den Rahmen einer vorläufigen kurzen Mitteilung überschreiten. Erwähnt sei nur noch, daß die für *Polygonum Savatieri* Nakai (SUGIURA 1925), *Fagopyrum esculentum* (STEVENS 1912) und *Rumex*-Arten (JARETZKY 1927) bereits angegebene *furrowing method* bei der Tetradenbildung auch für die Gattung *Rheum* und *Emex* in Erscheinung tritt.

Emex spinosa Campd. besitzt die gleiche Chromosomenzahl wie die Vertreter der Gattung *Rumex* Subsekt. *Eulapathum*, nämlich x = 10 (Fig. 5).

SUGIURA (1925) gibt für das von ihm untersuchte *Polygonum Savatieri* Nakai die haploide Chromosomenzahl zehn an. Nichts lag näher als die Annahme, daß bei der Gattung *Polygonum*, so wie wir es von *Eulapathum* her kennen, die Zehnzahl in der Chromosomengarnitur vorherrsche. Überrascht war ich, als ich in einer Polplatte der Wurzelspitze von *Polygonum lapathifolium* L. die diploide Zahl 22 vorfand (Fig. 6). Es ging nun mein Bestreben dahin, diese Elfer-Gruppe auch in den Pollenmutterzellen nachzuweisen, doch stieß ich hierbei auf erhebliche Schwierigkeiten, die einmal durch die Kleinheit der Blüten und zum andern durch die geringe Anzahl der Pollenmutterzellen in jedem Antherenfach bedingt waren. Es gelang mir aber dennoch, unter den Schnitten von ca. 1000 Blüten von *Polygonum persicaria* L., einer sehr nahe mit *Polygonum lapathifolium* verwandten Art, eine einwandfreie Polplatte zu bekommen (Fig. 7). Die Blüte von *P. persicaria* L. zeigt im Querschnitt inmitten von schwach ausgebildeten Wandschichten nur eine einzige Pollenmutterzelle. Sobald diese auch nur unter einem geringen von dem normalen Querschnitt abweichenden Winkel geschnitten wird, ist natürlich das Bild bei einer haploiden Zahl von 22 Chromosomen nicht eindeutig, da sich die einzelnen Chromosomen zu leicht verdecken können. Diese Schwierigkeiten werden noch keineswegs dadurch herabgemindert, daß die Blüte im Längsschnitt drei Pollenmutterzellen zeigt, denn es ist bei der geringen Größe der in Frage kommenden Blüten vom Zufall abhängig, sie in der gewünschten Lage einzubetten. Die Befunde an der heterotypischen Polplatte konnte ich noch stützen durch

Pollenkorn (Fig. 9) und durch eine diploide Polplatte in der Wurzelspitze (Fig. 10). In der Abbildung der Diakinese ist der Nukleolus der besseren Übersicht wegen nicht eingezeichnet.

Dieser Unterschied in der Chromosomengarnitur von *Polyg. persicaria* und *lapathifolium* einerseits und *Polyg. Savatieri* andererseits ist wohl in der verhältnismäßig großen Verschiedenheit dieser Arten zu erblicken. *Polyg. Savatieri* Nakai ist ein Synonym von *Polyg. alpinum* Koidz = *Pol. Weyrichii* var. *alpinum* Maxim., und diese Pflanze hat GROSS auf Grund morphologischer Verschiedenheiten in die von ihm neu begründete Gattung *Pleuropteropyrum* gestellt (*Pleuropteropyrum Weyrichii* var. *alpinum* (Max.) Gross, vgl. Bot. Mag. Tokyo XXX (1916), p. 77 und 78). *Pleuropteropyrum* lehnt sich aber hinwiederum stark an die Sektion *Pleuropterus* der Gattung *Polygonum* an, während *P. persicaria* und *lapathifolium* der Gattung *Persicaria* angehören (JARETZKY 1925). Eine Selbstverständlichkeit war jetzt die Frage, ob sich eventuell die Gattung *Polygonum* Sekt. *Pleuropterus* hinsichtlich der Chromosomenzahl ähnlich verhält wie *Polyg. Savatieri* Nak. Ich habe auch versucht, Arten aus der Gattung *Polygonum* zu untersuchen, doch die beiden von mir im Sommer fixierten Pflanzen von *Pol. sacchalinense* F. Schm. und *Pol. cuspidatum* Sieb. und Zucc. zeigten nur degenerierte Staubgefäße. Die Degeneration setzte hier bereits zum größten Teil in den Archesporzellen ein (vgl. JARETZKY 1927). Von ca. 60 Blüten ließen nur drei normale Mutterzellen erkennen. Ich mußte mich demzufolge nur auf die Untersuchungen an Wurzelspitzen stützen. Hier konnte ich an zahlreichen Polplatten für *Polyg. sacchalinense* mit größter Wahrscheinlichkeit einen diploiden Satz von 44 Chromosomen feststellen; auf jeden Fall aber kommt hier eine Zehnerreihe nicht in Frage.

Bereits diese wenigen Chromosomenzahlen geben interessante Hinweise auf die phylogenetische Entwicklung. Der Urtyp scheint eine elfchromosomige Rasse (*Rheum*, vergl. JARETZKY 1925) zu sein, aus der durch Chromosomenverlust die niedrigchromosomigen andersartigen Rassen entstanden sind. Je weiter wir uns von dem Urtyp entfernen, um so kleiner wird die Grundzahl. Ohne Zweifel stellen die diözischen Pflanzen die jüngsten Formen dar, und in ihnen finden wir auch eine weitgehende Reduktion im Chromosomensatz vor. Sämtliche diözische Pflanzen der Sekt. *Acetosa* haben 7 + 8 Chromosomen oder ein Vielfaches wie *Rumex acetosella*, hingegen die zur gleichen Sekt. gehörige, aber monözische *Rumex scutatus* L. 10 Chromosomen, wie wir sie auch bei gemischt ge-

Die Gattung *Emex*, die sich parallel zu *Rumex* entwickelte, zeigt ebenfalls 10 Chromosomen. Entschieden weiter vom Urtyp hat sich die kleinwüchsige *Oxyria elatior* (nach KIKARA) mit 7 Chromosomen entfernt.

In der Gattung *Persicaria* kommen die Beziehungen zur Gattung *Rheum* in morphologischer Hinsicht recht deutlich zum Ausdruck; so wie gelegentlich bei *Rh. Ribes* Gron., *Rh. moorcroftianum* Wall. und anderen *Rheum*-Arten pseudopentamere Blüten entstehen, so zeigt andererseits bisweilen *Polyg. hydropiperoides* Michx., allerdings recht selten, noch ein vollkommen trimeres Diagramm, auch stimmen die Sekt. *Pleuropterus* und *Tiniaria* der Gattung *Polygonum* hinsichtlich ihres Chemismus mit *Rheum* überein. Diese große Annäherung scheint sich hier auch in der Chromosomenzahl ausdrücken zu wollen. Es liegt wohl auf Grund der angeführten Chromosomenzahlen nahe, wenigstens für die Anfangsglieder der Polygonoideae den gleichen Chromosomensatz anzunehmen, wie wir ihn bei *Rheum* vorfinden. Je weiter wir uns aber vom Urtyp entfernen, um so mehr werden wir abweichende Chromosomenzahlen vorfinden, wie wir es schon bei *Rumex* gesehen haben. Eine solche durch Ausmerzung eines Chromosoms entstandene phylogenetisch höherstehende Form ist wohl ohne Zweifel *Pol. Savatieri* Nak.

Interessant ist weiterhin, daß sich andererseits von der Sekt. *Tiniaria* der Gattung *Polygonum* ebenfalls eine andere Gattung ableiten läßt, nämlich *Fagopyrum*. *Fagopyrum* steht der Sekt. *Tiniaria* weniger nahe als *Pleuropteropyrum* der Sekt. *Pleuropterus*. Und nun ergibt sich die Tatsache, daß bei *Fagopyrum* der Chromosomensatz noch weiter reduziert ist als bei *Pleuropteropyrum*. STEVENS (1912) gibt für die Pollenmutterzellen von *Fagopyrum esculentum* 8 Chromosomen an, dasselbe fand TAYLOR (1925) in den Wurzelspitzen ($2x = 16$) und wurde jetzt auch von mir bestätigt gefunden. Die gleiche Chromosomenzahl führt auch *Fagop. tartaricum* (Fig. 11).

Wie weit alle diese Annahmen und Hinweise sich bestätigen lassen, werden weitere Untersuchungen zeigen müssen; die aufgeführten Betrachtungen können einstweilen nur als Arbeitshypothese für meine weiteren Forschungen dienen.

Literaturverzeichnis.

DUDGEON, W., 1918, Morphology of *Rumex crispus*. Bot. Gaz., vol. 66, p. 393—420.
FINK, B., 1899, Contributions to the life history of *Rumex*. Minnesota Bot.

JARETZKY, R., 1925, Beiträge zur Systematik der Polygonaceae unter Berücksichtigung des Oxymethylanthrachinon-Vorkommens. FEDDE, Repertor., XXII, p. 49—83.

—, —, 1927, Die Degenerationserscheinungen in den Blüten von *Rumex flexuosus* Forst. Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 66, Heft 2.

KIHARA, 1925, Chromosomes of *Rumex acetosella* L. The Botan. Mag. Tokyo, vol. XXXIX, p (353) — (361).

KIHARA und T. ONO, 1925, The sex-chromosomes of *Rumex Acetosa*. Zeitschr. f. indukt. Abst.- und Vererb.-Lehre 39, p. 1—7.

MEURMAN, O., 1925, The chromosome behaviour of some dioecious plants and their relatives with special reference to the sex chromosomes. Soc. Scient. Fenn. Comment. Biol., II, 3, Helsingfors. 105 S.

NODA, K., 1926, Über die Chromosomen von *Rumex scutatus*. Japan. Journal Bot. No. 1, p 21—24.

ROTH, F., 1906, Die Fortpflanzungsverhältnisse bei der Gattung *Rumex*. (Diss. Bonn.) Verh Naturw Verein Rheinl. u. Westfal., Jahrg. 63, p. 327—360.

SINOTO, Y., 1924, On chromosome behaviour and sex determination in *Rumex acetosa* L. Bot. Mag. Tokyo vol. XXXVIII, p. 153—162.

STEVENS, N E., 1912, Observations on heterostylous plants. Bot. Gaz., vol. 53, p. 277—308 (289).

SUGIURA, 1925, On the meiotic division of pollen-mother-cells of *Polygonum Savatieri* Bot. Mag. Tokyo, vol. XXXIX, Nr. 467, p. 291ff.

TAYLOR, W., 1925, Chromosome constrictions as distinguishing characteristics in plants. Americ. Journ. of Botany 12, p. 238ff.

---

8. Richard Harder: Über Geschlechtsverlust bzw. Verlust der Kopulationsfähigkeit bei Pholiota mutabilis.

(Eingegangen am 6. Januar 1927. Vorgetragen in der Januarsitzung.)

Im Herbst 1924 sammelte ich in der Umgebung Tübingens an zwei verschiedenen Standorten (A und B) Fruchtkörper von *Pholiota mutabilis*, von denen Einspormycelien isoliert wurden. Bei Kombination derselben untereinander verhielten sie sich völlig so, wie man es nach den Ergebnissen von KNIEP, ZATTLER, BRUNSWIK, VANDENDRIES und HANNA an anderen Arten erwarten mußte: die Nachkommen ein und desselben Fruchtkörpers kopulierten nur teilweise miteinander, während die Einspormycelien des einen Standortes mit sämtlichen des anderen Schnallen bildeten (Tab. 1).

Tabelle 1.

Kombination von B_2 mit 10 verschiedenen Mycelien von A.
$+ =$ Schnallen. Impfung 10. 10. 1924.

	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	A_7	A_8	A_9	A_{10}
B_2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Nach dieser anfänglichen Orientierung wurden die Mycelien in große Erlenmayerkolben mit Brotwürfeln geimpft und von Zeit zu Zeit, wenn die Nahrung erschöpft war, in neue Kolben übertragen. Erst im Dezember 1925 wurde das Mycel B_2 wieder mit mehreren A-Stämmen kombiniert. Überraschenderweise bildeten sich jetzt keine Schnallen mehr (Tab. 2). Um festzustellen, auf welcher Seite das abnorme Verhalten liegt, wurden einige A-Stämme untereinander kombiniert; sie verhielten sich normal, das Ausbleiben der Schnallenbildung mußte demnach auf einer Ver-

Tabelle 2.

Kombination von B_2 mit A. Impfung Dezember 1925.

	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	A_7	A_8	A_9	A_{10}
B_2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Da es bekannt ist, daß die Kopulation von Pilzmycelien nicht unter allen Außenbedingungen gleich leicht zustande kommt, wurden die Außenfaktoren verändert. Dabei wurden besonders die von KNIEP und BRUNSWIK an Hymenomyceten und von BAUCH an Ustilagineen gemachten Erfahrungen über den Einfluß von submersem Wachstum, Sauerstoffzufuhr, Reaktion des Substrates, osmotischem Druck usw. berücksichtigt. Als diesbezügliche, weitestgehende Variationen ohne Erfolg blieben, wurde auch noch die Beleuchtung und die Zusammensetzung der C- und N-Quellen in erheblichem Umfang verändert, Schnallenbildung mit B_2 ließ sich aber auch dadurch nicht erzielen.

Nun wurden neue *Pholiota mutabilis*-Haplonten in der Umgebung Stuttgarts gesammelt und mit B_2 kombiniert. Da B_2 aus Tübingen stammt, sind sämtliche Stämme aus der Umgebung Stuttgarts ihm gegenüber als andere geographische Rassen zu betrachten und sollten alle mit B_2 Schnallen bilden, tatsächlich taten sie das aber ohne Ausnahme nicht, wie der kleine, wahllos getroffene Auszug aus den Hunderten von Kombinationen in der Tabelle 3 zeigt. Untereinander reagierten die Stuttgarter Haplonten dagegen normal.

Tabelle 3.

Kombination von B_2 mit Haplonten von 6 verschiedenen Standorten. Impfungen 1926.

	I			II			III			IV			V			VI		
	1	3	7	1	19	38	7	15	23	10	13	27	16	29	35	1	5	8
B_2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Es kann also kein Zweifel bestehen, daß das Mycel B_2 die Fähigkeit zu kopulieren verloren hat. Man könnte darin vielleicht eine Schwächung des Mycels durch die Kulturbedingungen sehen wollen. Geschwächt ist es jedoch sicher nicht, denn es gedeiht seit mehr als 2 Jahren prächtig und ist sogar lebenszäher als das kopulationsfähig gebliebene A-Mycel. Als nämlich aus einer sehr alten Mischkultur von A_1 mit B_2 ein großer Mycelkomplex auf frischen Nährboden übertragen wurde, wuchs nur noch das durch seinen Habitus leicht kenntliche B_2-Mycel daraus hervor, das A-Mycel war also in der alten Kultur abgestorben, das von B_2 aber lebensfähig geblieben. Zudem bildet das ursprüngliche Schnallenmycel $A \times B_2$ auch heute noch relativ leicht gut sporende Fruchtkörper[1]), was auch wohl als ein Zeichen betrachtet werden darf, daß das künstliche Medium keine ungünstige Zusammensetzung für den Pilz darstellt. Die Ernährungsverhältnisse, die ja sonst bei niederen Organismen zur Auslösung von Dauermodifikationen und Mutationen führen können (vgl. z. B. SCHIEMANN, HAENICKE, JOLLOS), können schon deshalb mit der ganzen Erscheinung nichts zu tun haben, weil die Veränderung allein an dem Stamm B_2 auftrat, alle anderen 1924 isolierten Mycelien, die unter genau den gleichen Bedingungen kultiviert wurden, blieben dagegen unverändert. Wir haben es also offenbar mit einer spontanen Mutation zu tun.

Da die Möglichkeit der sexuellen Vermehrung nicht mehr vorhanden ist, läßt sich allerdings nicht mehr mit voller Sicherheit beweisen, daß es sich tatsächlich um eine Mutante handelt. Man braucht aber wohl nicht allzu skeptisch zu sein, da ja bei Pilzen schon wiederholt Mutationen gerade im geschlechtlichen Verhalten festgestellt worden sind. Sie treten entweder nach der Reduktionsteilung auf, oder unabhängig von dem Durchgang durch die Zygote am vegetativen Mycel. Beide Arten der Veränderung sind zuerst von KNIEP, später dann aber auch von VANDENDRIES, ZATTLER, BRUNSWIK und HANNA beobachtet worden. In der Mehrzahl der Fälle handelt es sich dabei um eine derartige Veränderung der Geschlechtsfaktoren, daß eine Erhöhung der

1) In diesem Schnallenmycel ist B_2 unverändert enthalten, denn die F_1-Haplonten der Fruchtkörper bilden normal Schnallen miteinander und mit den alten A-Haplonten, mit dem kopulationsunfähig gewordenen B_2 kopuliert

Kopulationsfähigkeit, z. T. sogar die Ausbildung beider Geschlechter am gleichen Haplonten eintrat. Beispiele für eine Abnahme der sexuellen Reaktionsfähigkeit sind dagegen selten, und völliger Verlust ist bisher wohl nur einmal gefunden worden, nämlich an dem Mycel Nr. 19 von VANDENDRIES' *Coprinus micaceus* (1926). Da dieses Mycel aber nur gegen 19 Einspormycelien geprüft wurde, so läßt sich nicht mit Sicherheit sagen, ob es tatsächlich völlig reaktionslos ist; außerdem ist nicht bekannt, ob Nr. 19 anfangs sexuell reagierte und erst später kopulationsunfähig wurde, ob es also eine durch die Zygotenbildung hervorgerufene oder eine vegetative Mutante ist. Wahrscheinlich ist ersteres nicht der Fall, so daß unser B_2 also einen neuartigen Fall einer vegetativen Mutation an einem Gametophyten darstellt[1]).

Die Möglichkeit des Auffindens des ganzen Phänomens ist offenbar in erheblichem Grade darauf zurückzuführen, daß die Kulturen im ersten Jahre nicht, wie meistens üblich, in Reagenzgläsern gehalten wurden, sondern in großen Kolben. In ihnen konnte das aus der mutierten Zelle hervorgegangene Mycel zu einem von anderen Hyphen freien Sektor der Kolonie auswachsen und ist dann durch einen glücklichen Zufall gleich bei der ersten oder einer der späteren Abimpfungen rein übertragen worden. In den engen Reagenzgläsern wäre das kaum möglich gewesen, da in ihnen die mutierten und nicht mutierten Hyphen wohl immer mehr oder weniger durcheinanderwachsen müssen; vielleicht ist das auch der Grund, weshalb derartige vegetative Mutanten bisher nicht gefunden worden sind.

---

1) Bei der von BAUCH (1925) bei Ustilagineen beobachteten allmählichen Abschwächung der sexuellen Reaktionsfähigkeit handelt es sich wohl kaum um Mutationen, sondern um Modifikationen. Gewisse Stämme reagierten zwar überhaupt nicht sexuell andere ließen sich aber nach anfänglich normaler geschlechtlicher Reaktionsfähigkeit später nur noch sehr schwer zur Kopulation bringen — sie gingen also ganz allmählich zum asexuellen Stadium über, was BAUCH mit der ungünstigen Wirkung der Kultur auf künstlichen Medien in Verbindung bringt.

Auch zu der von BRUNSWIK bei *Coprinus* gefundenen „Durchbrechungsreaktion", die sich darin äußert, daß bestimmte Mycelien in sehr jungen Stadien mit gewissen anderen Stämmen Schnallen bilden, mit denen sie später nicht mehr reagieren, bestehen keine Beziehungen. Hier verhält sich nur das junge Mycel abweichend, das ältere reagiert dagegen völlig normal dem Viererschema entsprechend.

Vermutlich beruht der Kopulationsverlust von B_2 auf einer seiner Ursache nach unbekannten Unregelmäßigkeit bei der Kernteilung. Möglich wäre ja allerdings auch eine Veränderung im Protoplasma, denn daß auch das Protoplasma von Bedeutung für die Eigenschaften der Pflanzen ist, beweisen einerseits die Vererbungsversuche von CORRENS, BAUR und RENNER an buntblättrigen Sippen und reziproken Bastarden und konnte andererseits durch mikrochirurgische Untersuchungen gerade für *Pholiota* gezeigt werden (HARDER 1927, dort auch weitere Literatur). Die mikrochirurgischen Versuche zeigten aber, daß die sexuellen Erscheinungen nicht vom Plasma, sondern nur vom Kern getragen werden, so daß auch im vorliegenden Falle wohl nur eine Veränderung im Kerne, nicht eine solche im Plasma als Ursache angenommen werden kann.

Das Verhalten von B_2 ist ein gutes Beispiel dafür, welche einschneidende Bedeutung die sprunghaften Veränderungen für den Organismus haben können. Denn durch seine Unfähigkeit, sich sexuell zu vermehren, muß das Mycel unter natürlichen Verhältnissen früher oder später zu Grunde gehen.

Stuttgart, Botanisches Institut der Technischen Hochschule,
den 28. Dezember 1926.

Literatur.

BAUCH, R., Biolog. Centralbl., 1922, **42**, 9.
—, —, Zeitschr. f. Botan., 1925, **17**, 129.
BRUNSWIK, H., Unters. üb. d. Geschlechts- u. Kernverhältn. bei d. Hymenomycetengattung *Coprinus*. Jena 1924.
HAENICKE, A., Zeitschr. f. Botan., 1916, **8**, 225.
HANNA, W. F., Ann. of Botany, 1925, **39**, 431.
HARDER, R., Ber. d. Deutsch. Botan. Ges., 1926, **44**, (20).
—, —, Zeitschr. f. Botan., 1927.
JOLLOS, V., Archiv f. Protistenk., 1921, **43**, 1.
KNIEP, H., Flora, 1918, N. F. **11**, 380
—, —, Verhandl. d. Phys.-med. Ges. Würzburg. 1919, N. F. **46**, 1.
—, —, Ebenda, 1922, N. F. **47**, 1.
—, —, Zeitschr. f. indukt. Abstamm.- u. Vererbungsl., 1923, **30**, 268.
—, —, Ebenda, 1923, **31**, 169.
SCHIEMANN, E., Ebenda, 1912, **8**, 1.

VANDENDRIES, R., Bull. Soc. Roy. Botan. Belgique, 1924, 57, 75.
—, —, Ebenda, 1925, 57, 139.
—, —, Ebenda, 1925, 58, 28.
—, —, Ebenda, 1926, 58, 180.
—, —, Bull. Soc. Mycol. d. France, 1925, 41, fasc. B, 358.
ZATTLER, F., Zeitschr. f. Botan., 1924, 16, 431.

---

9. Fr. Boas: Zur Kenntnis der Eosinwirkung auf das Wachstum der Wurzeln.

(Aus dem Botanischen Institut der landw. Hochschule Weihenstephan.)

(Mit 3 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 20. Januar 1927. Vorgetragen in der Januarsitzung.)

Durch Eosin werden Wurzeln veranlaßt, in allen Richtungen des Raumes, also auch senkrecht in die Luft, zu wachsen [BOAS und MERKENSCHLAGER (1)].

Im folgenden möchte ich einige leicht und schnell auszuführende Vorlesungsversuche wiedergeben. In der ersten Mitteilung über die Eosinwirkung wurden die Versuche in PETRI-schalen, deren Boden mit Filtrierpapier ausgelegt war, durchgeführt. Diese Anordnung ist nicht vorteilhaft, da wegen der geringen Höhe der Schalen durch das Anstoßen der rasch wachsenden Kotyledonen bald ein erheblicher Druck, auf die Samen ausgeübt wird, was zu unerwünschten Verlagerungen der Samen führen kann. Recht gut brauchbar sind dagegen genügend hohe Glasschalen. Hier treten keine Störungen auf, und das Eosinphänomen kann vorteilhaft zur Anschauung gebracht werden. Man sieht die Wirkung des Eosins auch dann sehr gut, wenn nur wenig Wurzeln senkrecht in die Luft wachsen. Denn in den Eosinproben liegen die Wurzeln, man nehme z. B. Gerste, ganz flach auf der Oberfläche des Papiers; in der von Eosin freien Probe stoßen die Wurzeln in großer Zahl durch das Papier und liegen zwischen dem Boden der Kulturschale und der Unterseite des Papiers.

Aber auch in Erde läßt sich das Eosinphänomen sehr gut zu Anschauung bringen. Darauf hat nach unserer Mitteilung SESSOUS (2), der schon vor uns das Phänomen beobachtete, hingewiesen.

Ich möchte hier nunmehr einige Versuche beschreiben, die mit Samen durchgeführt wurden, die bei der Methodik der ersten Mitteilung negative Ergebnisse lieferten. Auf diese negativen Ergebnisse stützte in der Zwischenzeit MEYEROWITZ (3) einen Teil seiner Kritik an unserer Eosinarbeit. Soweit also MEYEROWITZ diese negativen Ergebnisse verwertet, ist seine Kritik wesentlich erschüttert.

Die verwendeten Samen wurden in Eosin 1 : 1000, 1 : 10000 und 1 : 100000 in Dunkelheit oder in sehr abgedämpftem Licht 17 Stunden lang gebadet. Darauf wurden sie in Erde gebracht und im Warmhaus bei abgeblendetem Licht sich selbst überlassen.

Bei dieser Methodik zeigten *Sinapis alba*, *Lupinus luteus* und *angustifolius*, *Vicia Faba* und *Zea Mays* teilweise sehr gute positive Ergebnisse, während dieselben Samen bei der Filtrierpapiermethode

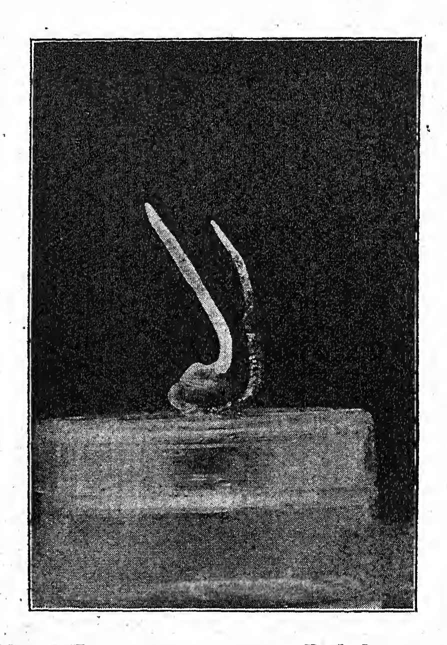


Abb. 1. Mais. Eosindichte 1 : 1000. Badedauer 17 Stunden.

versagten. Abb. 1 zeigt *Zea Mays* nach einem 17stündigen Bad in Eosin 1 : 1000. Die Wurzel kam fast senkrecht aus der Erde; man sieht an den anhaftenden Erdteilchen gut die Höhe der die Wurzel bedeckenden Erdschicht. Die Umkrümmung der Wurzel zur Erdoberfläche und zum Licht ist auf der Abbildung deutlich zu erkennen; die Abbildung gibt ferner genau die Lage des Samens in der Erde wieder. Nach dem Photographieren erfolgte Wiedereintopfen; die Pflanze wuchs rasch weiter und sandte in etwa 8 Tagen noch 5 Seitenwurzeln auf die Erdoberfläche (Nachwirkung des Eosins).

Abb. 2 zeigt das Verhalten von Gerste und weißem Senf nach 17stündigem Eosinbad (1 : 1000). Die Wurzeln kommen z. T. senkrecht aus der Erde heraus; andere liegen mehr oder minder wage-

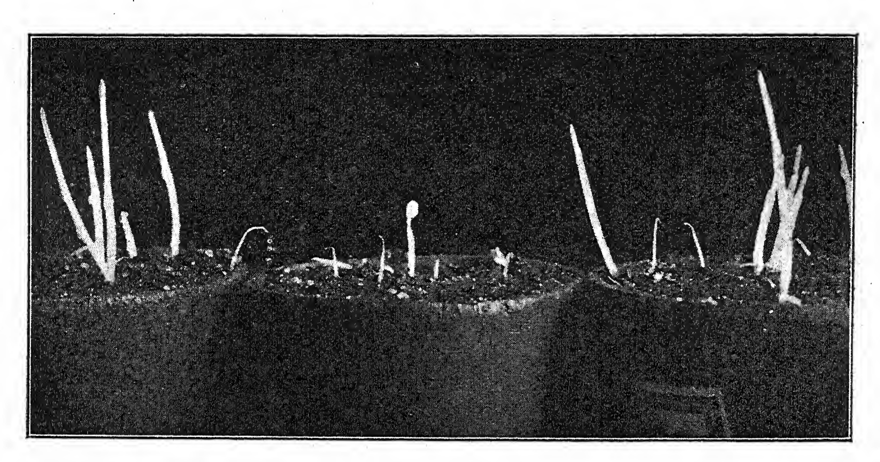


Abb. 2. Links und rechts Gerste, in der Mitte *Sinapis alba*. Eosindichte 1 : 1000. Badedauer 17 Stunden.

recht auf der Erde. Die Wurzelspitzen sind im Gegensatz zur Filtrierpapiermethode frisch und gesund. Auf der Abbildung erscheinen sie geschrumpft, weil sie beim Photographieren in trockener Luft Schaden erlitten.

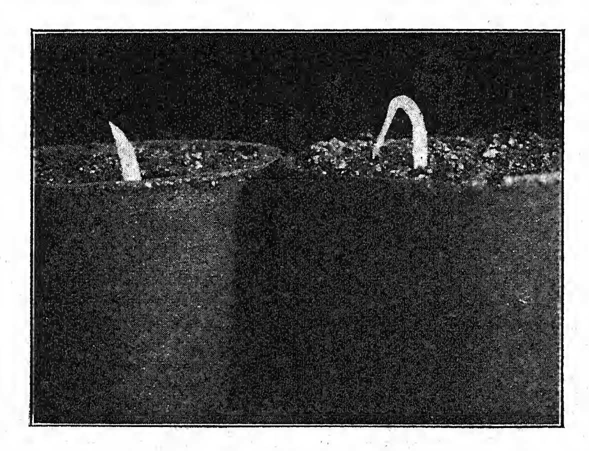


Abb. 3. *Lupinus angustifolius*. Eosindichte 1 : 100000. Badedauer 17 Stunden.

Abb. 3 zeigt das Verhalten von *Lupinus angustifolius* nach einem 17stündigen Eosinbad 1 : 100000. Eine Wurzel hat sich bereits geotropisch umgekrümmt.

Auf irgendwelche theoretische Erwägungen soll hier nicht eingegangen werden, da eine eingehende Arbeit von meinem Mitarbeiter Dr. CLAUS-Weihenstephan in Vorbereitung ist. Auch ein Eingehen auf die Kritik H. MEYEROWITZ erübrigt sich hier; zudem ist ein Teil seiner kritischen Einwände durch die hier mitgeteilten positiven Resultate an Samen von *Sinapis* und *Lupinus* wesentlich abgeschwächt.

Literatur.

1. BOAS, F., und MERKENSCHLAGER, F.: Diese Ber. **43**, 381—390, 1925.
2. SESSOUS: Der Pflanzenbau, 1925.
3. MEYEROWITZ, H.: Botanisches Echo (Beilage zum Botan. Archiv), I, 138—140, 1925.

Sitzung vom 25. Februar 1927.

Vorsitzender: Herr H. MIEHE.

Der Vorsitzende macht Mitteilung von dem Ableben des ältesten Mitgliedes der Gesellschaft, des Herrn Geheimrat Professor

Dr. **Ludwig Radlkofer,**

der in **München** am 11. Februar 1927 im seltenen Alter von 97 Jahren starb. Er knüpft daran eine kurze Würdigung der wissenschaftlichen Leistungen des Verblichenen. Die Anwesenden erheben sich zu Ehren des Verstorbenen von ihren Sitzen.

Der Vorsitzende verliest ein Glückwunschschreiben, das er zum 24. Februar 1927 an Herrn Geheimrat Professor Dr. K. V. GOEBEL zu dessen 50jährigem Doktorjubiläum gerichtet hat, sowie ein Telegramm, das er Herrn Professor Dr. JOHANNES ABROMEIT in Königsberg zu seinem 70. Geburtstag am 17. Februar 1927 sandte.

Ferner gibt er Kenntnis von zwei weiteren Glückwünschen, die er an Nichtmitglieder richtete. Er beglückwünschte am 30. Januar 1927 Herrn Professor J. BORODIN in Petersburg, den gegenwärtigen Vorsitzenden der Russischen Botanischen Gesellschaft, zu seinem 80. Geburtstage, und gleichfalls zu seinem 80. Geburtstage am 14. Februar den Herrn Abbate G. BRESADOLA in Trient. Der Letztgenannte hat mit einem Schreiben vom 19. Februar 1927 gedankt, das ebenfalls verlesen wird.

Aus den Ergebnissen der Wahlen gibt der Vorsitzende nachträglich bekannt, daß die Herren

Dr. **Luigi Buscalioni,**

Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens in **Palermo,** und

Dr. **Giuseppe Lopriore,**

Professor der Botanik, Direktor am Botanischen Laboratorium des R. Istituto Superiore Agrario in **Portici** (Neapel), zu korrespondierenden Mitgliedern gewählt worden sind.

Als neue Mitglieder werden vorgeschlagen:

Hassebrauk, Kurt, Apotheker in **Braunschweig,** Göttingstr. 9 (durch G. GASSNER und J. ESDORN),

Ohga, Dr. **I.,** Professor der Botanik an der Kyoiku-Senmongakkö (Educational College) of South-Manchurian Railway Company of Japan, in **Mukden,** Manchuria, China (durch K. FUJII und Y. SINOTO),

Sukatscheff, Wlad. Nikol., Professor der Pflanzensystematik und Dendrologie am Forstinstitut in **Petersburg (Leningrad)** (durch L. IWANOFF und N. A. MAXIMOFF).

Zu ordentlichen Mitgliedern werden ernannt:

Beer, Anton, Garteninspektor in **Innsbruck,**
Buchholtz, Alexander F., Research Assistant in **St. Louis Mo.,**
Delitsch, Dr. **Heinrich,** Studienreferendar in **Leipzig C I,**
Huber, Alwine, Fräulein cand. rer. nat. in **Cannstatt,**
Krieger, Dr. **Willi,** in **Berlin N 113,**
Robinson, Wilfrid, D. Sc., Professor in **Aberystwyth.**

Herr Dr. P. METZNER führte am Schluß der Sitzung noch einige seiner kinematographischen Aufnahmen vor. In mehreren Bildern wurden die Reizbewegungen der isolierten Filamente von *Centaurea americana* und der Staubfäden von *Sparmannia africana* sowie die langsame Rückbewegung dieser Organe in den Ausgangszustand gezeigt. Die Aufnahmen geben interessante Aufschlüsse über den zeitlichen Verlauf der Vorgänge und sollen in dieser Richtung ausgewertet werden. Dann folgten mikrokinematographische Aufnahmen des Austrittes der Eier von *Fucus serratus* aus dem Oogonium sowie instruktive Bilder der chemotaktischen Anlockung bei der Befruchtung. Schließlich wurde noch die merkwürdige Gleitbewegung der Kolonien von *Bacillaria paradoxa* gezeigt.

Berichtigung: Bei der Abb. 1 der Abhandlung von L. GEITLER auf S. 37 des letzen Heftes 1 ist versehentlich oben und unten vertauscht. Es liegt ein Zettel bei mit einem nochmaligen Abdruck der Abbildung, den man zum Überkleben verwenden wolle.

Mitteilungen.

10. W. G. Alexandrov: Über die Transpirationsintensität der Pflanzen.

(Eingegangen am 6. Dezember 1926. Vorgetragen in der Dezembersitzung.)

Die Intensität der Transpiration oberirdischer Pflanzenteile muß unbedingt von der Struktur der Pflanze und der Gegenwirkung der Umgebung abhängig sein. Aber es ist zweifellos, daß nicht nur die Eigentümlichkeit des Baues der Organe, welche auszudünsten fähig sind, und die Entwicklung der Bekleidung eine dominierende Bedeutung haben. Die Transpirationsintensität ist vielmehr ein Ergebnis der Summe aller biologischen Eigenschaften des Pflanzenorganismus und das Resultat des Zustands, der durch die Bedingungen der Umgebung entstand, welchen die Pflanze in der Vegetationsperiode unterworfen war. Folglich sind nicht nur das Blatt und seine Bekleidung die Ursache des schon lange beobachteten Unterschiedes in der Größe der Transpiration bei verschiedenen biologischen Typen, sondern auch die Übereinstimmung und der Charakter der Struktur aller Teile der Pflanzen und der Eigenschaften des lebenden Inhalts der Zellen des Pflanzenindividiums. Da nun diese Faktoren kompliziert sind und sich noch nicht der totalen Registrierung unterwerfen, so ist, obgleich die Anzahl der Beobachtungen der Transpirationsintensität sehr bedeutend ist, das von den Forschern erhaltene experimentelle Material sehr widersprechend und unbestimmt. Eine nicht geringe Ursache der ungenügenden Klarheit der Resultate der Untersuchungen über die Transpiration könnte die nicht genügende Beachtung des gesamten Zustandes der Pflanzen vor den Versuchen sein.

BONNIER (1) war der erste, welcher eine Reihe von Pflanzen unter verschiedenen Bedingungen zog und dann die Intensität ihrer wichtigsten physiologischen Funktionen verglich, insbesondere der Transpiration. Ein und dieselben Arten wurden auf hohen Bergen und in Tälern kultiviert. Den Pflanzen der Gebirge ist eine mehr xeromorphe Struktur der Blätter eigen als den Talpflanzen. Bei dem Vergleich der Transpiration solcher verschiedener Kulturen unter den gleichen Bedingungen beobachtete

5*

BONNIER, daß die während des Versuches nebeneinanderstehenden Repräsentanten irgendwelcher kultivierten Pflanzen sich nicht gleich verhielten: die in den Bergen aufgewachsenen Individuen transpirierten im Lichte mehr und im Dunkeln weniger als die in den Tälern gewachsenen. Ferner bewies GENEAU DE LAMARLIERE (2) das Vorhandensein größerer Transpiration bei den Blättern der im Lichte aufgewachsenen Pflanzen im Verhältnis zu der Transpiration an den Blättern von im Schatten aufgewachsenen Pflanzen derselben Art. HESSELMANN (3) vertiefte und entwickelte die Untersuchungen von GENEAU DE LAMARLIERE. Nach HESSELMANN transpirieren die Pflanzen, welche ein gut ausgeprägtes Palisadenparenchym besitzen, energischer als die, in deren Blätter das Palisadenparenchym schwach entwichelt ist, wie z. B. Schattenformen. Die Versuche von SAMPSON und ALLEN (4) stellen fest, daß die Sonnenformen ein und derselben Pflanzenart zwei- bis viermal stärker transpirieren als die beschatteten, unabhängig ob im Schatten oder Licht. Endlich zeigten die Untersuchungen von MAXIMOW und seinen Mitarbeitern (5), daß verschiedene Xerophyten mit Ausnahme der ausgeprägten Sukkulenten auf die Einheit der Oberfläche unter ein und denselben Bedingungen mehr transpirieren als die belichteten oder beschatteten Mesophyten. Die Fakta, welche bei den Untersuchungen von MAXIMOW zutage traten, verlangen eine gründliche Revision des Problems des Xerophytismus.

In den Jahren 1920, 1921 und 1923 wurden von mir eine Reihe von Versuchen angestellt als Ergänzung zu den Versuchen von MAXIMOW und im Verfolg der Ideen zur Aufdeckung der Natur des Xerophytismus bzw. der Dürreresistenz. Wie schon oben bemerkt wurde, muß die Intensität der Lebensprozesse des Pflanzenorganismus, die durch die gegebenen Bedingungen hervorgerufen ist, von der Eigentümlichkeit des biologischen Typus und vom Zustand während der Vegetationszeit abhängig sein. Dieses voraussetzend, müßte man zur Prüfung die Repräsentanten verschiedenartiger ökologischer Formen auswählen, sie ein und denselben Zustands-Varianten unterwerfen und dann später nach Abschluß der Entwicklung der Vegetationsorgane einen Versuch unter genau identischen Bedingungen ausführen. Ich wählte zu den Untersuchungen einige Pflanzen von sehr verschiedenem Habitus und Bau aus: *Helianthus annuus* — Mesophyt, *Atriplex (hortensis)* und *Atriplex laciniatum* — Xerophyten mit sukkulenten Blättern (6), *Carthamus tinctorius* — Xerophyt mit harten Blättern (7), *Zygophyllum Fabago* und *Amaranthus retroflexus* — Xerophyten, *Datura Stramonium* — Mesophyt, und noch *Portulaca*

oleracea — ein gut ausgeprägter Sukkulent. Ich möchte bemerken, daß die in Transkaukasien wachsende Melde, von mir als *Atriplex (hortensis)* bezeichnet, nicht ganz dem im mittleren Rußland wachsenden *Atriplex hortensis* gleicht. *Atriplex laciniatum* besitzt im reifen Alter etwas eingerollte Blätter. Die Spitze des Blattes ist etwas nach innen zu seiner Basis eingebogen. Beide Meldearten meiner Versuche können in Salzsteppen wachsen, und wenn sie sich bewurzeln, werden sie recht dürreresistent.

Die Pflanzen wurden in Vegetationsgefäßen von 5—8 Kilo kultiviert. Das Wasser in der Erde betrug 60 % und 40 % der Feuchtigkeitsaufnahmefähigkeit. Um den Wurzeln die Möglichkeit zu geben, sich völlig zu entwickeln, wurde der Wasserinhalt in den Kulturen mit verringertem Wassergehalt (40 %) zu Beginn des Wachstums auf 60 % erhöht, damit die Pflanze, in dem Maße, wie sie sich entwickelte, selbst den Inhalt des Wassers bis 40 % erniedrigen konnte. Bei der Beobachtung des Wachsens der Wurzeln in den Glasgefäßen kann man sich überzeugen, daß die Pflanze nur dann anfängt, ihren oberirdischen Teil intensiv zu treiben, wenn die Wurzeln den Boden des Gefäßes erreichen. Die Höhe der Vegetationsgefäße, welche ich für meine Versuche benutze, beträgt 30 cm. In der ersten Zeit nach dem Keimen entwickeln sich die Wurzeln schneller als der Stengel und die Blätter. Nach drei Wochen entwickelt sich bei dem Klima von Tiflis das Wurzelsystem der Aussaaten so stark, daß es den ganzen Erdballen durchzieht. Die Gefäße waren mit besonderen, zu verkittenden Zinkdeckeln mit Öffnungen für die Pflanze und für die Wasserzuführungsröhre versehen. In jedem Gefäß wurde ein Exemplar der Pflanze aufgezogen. Der entblößte Teil der Erde zwischen dem Stengel der Pflanze und dem Rande der Öffnung des Deckels wurde mit Watte verstopft. Folglich konnte die Erde des Gefäßes das Wasser nur vermittels der Transpiration durch ihre Pflanze verlieren. Das Begießen der Pflanzen wurde durch spezielle Röhren, nach Gewicht, ausgeführt. Das Füllen der Vegetationsgefäße und die Ausführung der Kulturen sind in der Arbeit von MAXIMOW und ALEXANDROV (8) beschrieben. Die Pflanzen wurden auf Wägelchen auf den Vegetationsplatz des Physiologischen Laboratoriums des Tifliser Botanischen Gartens aufgezogen, der nach Süden und Osten frei und durch Gebäude nach Norden und Westen geschützt ist. Der größte Teil der Pflanzen wurde frei kultiviert, nur zur Nacht und bei schlechtem Wetter unter ein gläsernes Schutzdach gerollt. Ein Teil der Pflanzen (nur diejenigen, welche 60 % der vollen Feuchtigkeitsaufnahmefähigkeit der

Erde enthielten) wurde unter Schutzdächern aus weißem Stoff kultiviert. Der Stoff überzog hölzerne Rahmen, welche den kleinen Wagen angepaßt wurden. Die Rahmen wurden vermittels Scharnieren auf- und niedergelassen, der Sonnenlage entsprechend. Sie wurden von MAXIMOW für seine Arbeiten benutzt und waren den von BRIGGS und SCHANTZ konstruierten sehr ähnlich. Also besaß ich für meine Versuche zur Bestimmung der Transpirationsintensität Pflanzen unter dreierlei Versuchsbedingungen: 1. Bei vollem Lichte mit 60 % Feuchtigkeitsaufnahmefähigkeit der Erde — „optimalen" Gehaltes an Wasser. Unter diesen Bedingungen wachsen gewöhnlich die Mesophyten in der Natur. Daher kann man den Zustand dieser Art mesophyt-belichtet nennen. 2. Bei vollem Lichte mit verringertem Wassergehalt der Erde (40 %). Die Pflanzen, welche bei vollem Lichte und bei ungenügender Wasserversorgung kultiviert werden, erfahren an sich die Wirkung der klimatischen Faktoren in den Kombinationen, welche sich etwa denen nähern, die den Xerophyten eigen sind und ihnen die spezifische Struktur verleihen. Dieser zweite Typus unserer Kulturen wird xerophyt sein. 3. Unter dem Schutzdach wuchsen die Schattenformen. Hier entwickelt sich der Zustand mesophyt-beschattet. Die Untersuchung des anatomischen Baues der Blätter der Pflanzen meiner Kulturen zeigten einen großen Unterschied in ihrer Struktur in Abhängigkeit von den Entwicklungsbedingungen (10).

1920 wurden die Pflanzen aller drei Typen kultiviert, 1921 mesophyt-belichtete und Xerophyten und 1923 nur mesophyt-belichtete.

Alle Pflanzen wurden im Verlaufe der langen Vegetationsperiode, die dem Tifliser Klima eigen ist, mehrere Male in den Gefäßen ausgepflanzt, mit Zwischenräumen der Aussaaten von ein, anderthalb und zwei Monaten. Auf diese Weise kann man, wenn man die Pflanzen der Wirkung verschiedener Kombinationen der klimatischen Faktoren aussetzt, verschiedenartige Variationen des Baues einer jeden Versuchspflanze in den Grenzen ihrer Plastizität erhalten. Die Versuchspflanzen wurden bis zum Anfang der Blütezeit kultiviert, die bei allen Pflanzen einer Aussaat beinahe gleichzeitig auftrat. Die Seitenknospen wurden stets bei ihrem Erscheinen entfernt. Die Pflanzen meiner Versuche verzweigten sich nicht, ihre Blätter wuchsen infolgedessen sehr stark. Letzteres ist für den Zweck der Versuche sehr vorteilhaft. Vor dem Bestimmen der Transpirationsintensität wurden die alten unteren Blätter und die Spitze mit den jungen Blättern abgeschnitten, es blieben bloß die ganz frischen und entwickelten Blätter übrig. Bei den Ver-

suchen im Jahre 1920 wurden übriggelassen: bei der Sonnenblume 10—15 Blätter, bei *Atriplex* stets 12, bei *Carthamus* ca. 20, bei *Datura* 10—20 und bei *Zygophyllum* 20—25 Blätter. Bei den Versuchen 1921 wurde an allen drei Pflanzen eine beinahe gleiche Anzahl von Blättern belassen, sowohl bei den Vertretern des mesophyten als denen des xerophyten Typus. Die Versuche zur Bestimmung der Transpirationsintensität wurden 1920 nur auf dem sonnigen Vegetationsplätzchen geführt. 1921 und 1923 folgte nach dem Versuch in der Sonne der Versuch auf dem Balkon des Laboratoriums im Schatten. Der Balkon des Laboratoriums ist sehr hell, nach Süden gelegen.

Nachdem die Pflanzen das notwendige Stadium der Entwicklung erreicht hatten und entsprechend vorbereitet waren, wurden sie vor dem Versuche dem vollen Sonnenlicht ausgesetzt, entweder auf langen niedrigen Bänken mit Lehnen zum Schutze der Gefäße vor der übermäßigen Erwärmung durch die Sonne, oder auf den Wagen (die Wagen besaßen auch Lehnen) möglichst weit auseinandergestellt, damit die Blätter der Nachbarpflanzen einander nicht beschatteten. Das Psychrometer von AUGUST befand sich nebenbei in dem meteorologischen Häuschen. Bei den Versuchen im Schatten war die Verteilung der Pflanzen dieselbe wie bei den Versuchen im Sonnenlicht. Auf dem Balkon wurden die Pflanzen auf Tische verteilt, das Psychrometer befand sich zwischen den Pflanzen. Bisweilen wurde das Atmometer zwischen die Pflanzen (ans Licht) gestellt. Die Methode des Arbeitens: das Abwägen auf der Wage, System BERANGER. Das Gewicht des Gefäßes betrug 7—10 Kilo. Die reale, gut bemerkbare Empfindlichkeit bei solcher Belastung beträgt 1 Gramm. Die Pflanzen meiner Versuche transpirierten stark, in der Sonne 5—150 Gramm in der Stunde, je nach der Größe der Pflanze und der Versuchszeit. Die Wage stand, vor Wind geschützt, auf dem Vegetationsplätzchen unter dem Schutzdach. Die Tätigkeit des Beobachters und die Ausführung der Versuche konnte so beschleunigt werden, daß das Abwägen der 25 Gefäße und das Notieren der Angaben des Thermometers und Atmometers nicht mehr als 30—35 Minuten dauerte. Die Gefäße wurden stets in der Reihenfolge gewogen, wie sie auf den Bänken und Tischen standen. Nach diesen Operationen, welche sich bei voller Belichtung stündlich wiederholten, im Schatten alle zwei Stunden, wurde mit einer Bürette soviel Wasser zugegossen, wie in der Zwischenzeit von zwei Wägungen verdunstete (1—2 Stunden). Folglich hatten die Pflanzen beständig während der Versuche soviel Wasser wie bei ihrem Aufziehen: 40% oder 60% von der

vollen Feuchtigkeitsaufnahmefähigkeit der Erde. Die Versuche wurden zur Zeit der größten Spannung der meteorologischen Faktoren ausgeführt, von 10 Uhr morgens bis 1 Uhr mittags, bei klarem und stillem Wetter. Die meteorologischen Bedingungen waren von beinahe tadelloser Reinheit, nur bisweilen wurde die Sonne von leichten Wolken verschleiert. Die Berechnung der Größe der Transpirationsintensität wurde in Grammen für eine Stunde auf die Einheit (1 qdcm) der Oberfläche des Blattes (doppelte Fläche) ausgeführt. Die Oberfläche des Stengels und der Blattstiele wurde nicht in Betracht gezogen. Ein triftiges Argument dagegen, außer den Blättern auch die Oberfläche von Stengel und Blattstielen zu berücksichtigen, gibt HESSELMANN (3) pag. 440; dort befindet sich auch eine sehr rationelle Begründung des Vorzuges der Berechnung der Transpiration auf die Einheit der Oberfläche an Stelle der Einheit des Gewichts.

H. WALTER (11) ist gegen die Berechnung der Transpirationsintensität auf die Einheit der Oberfläche des Blattes. Er hält die Berechnung der Transpiration auf die Einheit des Frischgewichts für besser. Aber das Frischgewicht, welches von dem Wasservorrat abhängt, ist eine in den verschiedenen Momenten des Tages sehr unbeständige Größe, wie schon eine Reihe von Untersuchungen bewiesen hat (Literatur darüber siehe MAXIMOW [12]). Außerdem ist es fast unmöglich, das Frischgewicht der ganzen Pflanze zu bestimmen. Das Berechnen des Frischgewichts der Blätter allein oder der oberirdischen Masse überhaupt wird kaum eine rationellere Methode sein als die Berechnung auf eine Einheit des transpirierenden Organes. Die Ausrechnung der Einheit des transpirierenden Organes gibt sichere und zuverlässigere Resultate in bezug auf die Transpiration bei Bedingungen, die sich nicht zu sehr von den natürlichen unterscheiden, als die Ausrechnung auf die Einheit des Frischgewichtes.

Es sei daran erinnert, daß L. A. IWANOW (13) seinerzeit noch auf eine andere Methode des Berechnens der Transpiration hinwies, das Ausrechnen der Ökonomie der Transpiration, d. h. des Verlustes an Wasser während der Einheit der Zeit in bezug auf die Größe des Wasservorrats der Pflanze.

Überhaupt muß man zugeben, daß alle angewandten Methoden der Berechnung der Transpirationsintensität nicht vollkommen sind. Die Blattfläche verändert sich auch während der Zeit der Transpiration.

Die Blattränder der Pflanzen meiner Versuche mit Ausnahme der *Atriplex* sind wenig ausgeschnitten. Dieser nach WALTER

ungünstige Faktor fällt aber bei meiner Arbeitsweise fort. Nach der Beendigung der Versuche wurden alle Blätter abgeschnitten und ihre Fläche auf die gewöhnliche Art und Weise bestimmt: das Abdrucken auf mit Kaliumbichromatlösung befeuchtetes Papier und das Abmessen der Abdrücke mit dem Planimeter.

Im Jahre 1920 wurden die Pflanzen am 16. III., 14. IV., 15. V. und 1. VII. in die Gefäße ausgepflanzt. Die Versuche in bezug auf die Transpirationsintensität wurden dementsprechend ausgeführt am 5. VI., 16. VI., 10. VII. und 15. VIII. Je später vom Frühjahr bis zum Juli die Pflanzen zu wachsen anfangen, desto intensiver wird die Spannung der meteorologischen Faktoren in ihrer Vegetationszeit sein, die Struktur der Pflanze muß mehr xeromorph (10) sein.

In Tabelle 1 sind die Resultate der Versuche des Jahres 1920 angeführt. Für jede Pflanze bedeutet die obere Ziffer die Pflanze mit mesophyt-belichtetem Zustand, die untere die Pflanze des xerophyten Zustandes und die mittlere des mesophyt-beschatteten. Jede Ziffer der Tabelle ist das Mittel der Resultate, welche aus wenigstens zwei Parallelpflanzen erhalten wurden. Die Ziffer für jedes der beiden Parallelexemplare ist wiederum der Durchschnitt von zwei bis drei Bestimmungen. Außerdem wird seitwärts (in Klammern) noch das Mittel der drei Zustandstypen angeführt.

Tabelle 1. 1920.

Data	5. VI.	16. VI.	10. VII.	15. VIII.
Heliant. . . .	1.72 1.65 (1.74) 1.86	2.73 1.87 (2.22) 2.06	2.68 2.35 (2.36) 2.04	3.09 3.12 (2.96) 2.68
Atriplex . . .	1.95 1.58 (1.77) 1.78	2.05 1.85 (2.00) 2.09	2.81 2.32 (2.57) 2.59	3.26 3.35 (3.12) 2.74
Cartham . . .	2.15 1.85 (1.91) 1.73	2.44 2.38 (2.53) 2.77	—	—
Datura	—	3.00 2.49 (2.36) 1.60	2.69 — (2.54) 1.89	3.08 2.79 (2.95) 3.07
Zygophyl. . .	—	3.52 — (3.70) 3.88	4.26 — (4.33) 4.39	—
Temperat. . .	**23.3**	**25.2**	**27.3**	**33.9**
Defizit	10.9	12.0	15.3	24.8
Evaporat. . .	4.0	5 2	5.6	8.0

Aus Tabelle 1 ist zu ersehen, daß die Intensität der Transpiration aller Pflanzen sämtlicher Typen vom 5. VI. bis zum 18. VIII. steigt, zusammen mit gleichzeitiger Erhöhung der Temperatur und des Defizits der Feuchtigkeit der Luft. Wenn man die Transpiration der Kulturen verschiedener „Zustände" ein und derselben Pflanze in ein und derselben Vegetationsperiode unter sich vergleicht, kann man bemerken, daß bei den Versuchen im August, außer *Helianthus* und *Atriplex*, alle mesophyt-beschatteten Kulturen bei voller Belichtung weniger als die mesophyt-belichteten transpirieren, in Übereinstimmung mit den Resultaten der Versuche von DIETRICH (15). Die Pflanzen des xerophyten Zustandes in den Grenzen eines Zeitabschnittes verdunsten auch fast immer weniger als die mesophyt-belichteten, ganz so wie in den Versuchen von L. FREY (16). Nur bei *Zygophyllum* bedingt die Kultur mit verringertem Wassergehalt der Erde eine bemerkbare Erhöhung der Transpirationsintensität im Vergleich zu den Pflanzen des mesophyt-belichteten Zustands. Es erweist sich aber, daß die Pflanzen des xerophyten Zustandes intensiver transpirieren als die Pflanzen des mesophyt-beschatteten Zustandes. Bei allen Pflanzen unserer Versuche, mit Ausnahme von *Zygophyllum* und einmal bei *Carthamus*, transpirierten am intensivsten die Kulturen des mesophyt-belichteten Zustandes. Im Vergleich zu den Pflanzen des mesophyt-beschatteten Zustandes ist dieses verständlich, wenn man die Struktur ihrer Blätter (10) gegenüberstellt und die Untersuchungen von HESSELMANN (3) im Auge hat. Aber warum die Pflanzen mit trockener Erde (des xerophyten Typus) schwächer transpirieren als die Pflanzen des mesophyt belichteten Zustandes, ist schwieriger zu erklären. Denn die Pflanzen, welche bei einigem Wassermangel aufwuchsen, besitzen mehr xeromorph (richtiger kompakter [17]) gebaute Blätter als die Blätter der Pflanzen, welche bei guter (genügender) Bewässerung der Erde kultiviert werden. Nach FREY (16) ist die erniedrigte Transpiration bei den Pflanzen auf trockenem Boden die unmittelbare Folge der geringeren Quantität des Wassers im Boden, welche der Pflanze bei den Kulturen dieses Typus zugänglich ist. Jedoch transpirieren die Pflanzen des trockenen Bodens, *Zygophyllum* (und auch in einem Falle *Carthamus*) stärker als die mesophyt-belichteten Kulturen. *Zygophyllum* bildet ein Beispiel eines sehr bestimmt ausgeprägten Xerophyten. Es ist möglich, daß die bedeutende Xerophytie dieser Pflanze ihr die Möglichkeit gibt, aus dem trockenen Boden mit größerer Kraft das Wasser herauszuziehen, als es den mesophyten Pflanzen möglich ist. *Carthamus* ist doch eine xerophyte Pflanze. Die Transpiration der beschatteten Pflanzen bleibt sogar bei vollem Lichte gegen eben-

solche Pflanzen des xerophyten Typus zurück, welche nach der Voraussetzung von FREY die ganze Zeit Mangel an Wasserzufuhr erfahren. Bei der im August eintretenden starken Hitze und Trockenheit der Luft transpirieren die beschatteten Kulturen von *Helianthus* und *Atriplex* sogar stärker als die Pflanzen des mesophyt-belichteten Zustandes. Das letzte Faktum ist vorläufig schwer zu erklären. Vergleicht man endlich die Transpiration verschiedener Spezies in gleichzeitigen Versuchen und unter gleichen Versuchsbedingungen, aber insbesondere den Durchschnitt der Resultate für die einzelnen Zustandstypen jeder Pflanzenart (sie befinden sich in Klammern), so kann man sich überzeugen, daß die mehr xerophyten Pflanzen stärker als die mesophyten transpirieren. Bei diesen summarischen Folgerungen sind, was die Details anbetrifft, Ausnahmen vorhanden. So entspricht das Steigen der Größe der Transpirationsintensität bei den Pflanzen des xerophyten Zustandes vom 5. VI. und des mesophyt-belichteten vom 16. VI. nicht der Regel, d. h. *Helianthus* transpiriert stärker als *Atriplex* und *Carthamus*. Dieses interessante Faktum tritt nach unserer Meinung besonders scharf in den Versuchen von 1921 hervor, und wir gehen nun zur Betrachtung derselben über.

Im Jahre 1921 wurden nur die belichteten Formen (mesophytbelichteter und xerophyter Zustand) von drei Spezies benutzt: *Helianthus*, *Atriplex hortensis* und *Amaranthus*. Zum Unterschied von 1920 wurden die Versuche 1921 auf dem Balkon (im Schatten) durchgeführt, um zu prüfen, wie die Beseitigung des unmittelbaren Einflusses der Sonnenstrahlen auf den Wasserverlust bei verschiedenen ökologischen Typen wirkt. Versuche dieser Art wurden nur in den zwei letzten Terminen angestellt. Die Resultate der Versuche 1921 sind auf Tab. II angeführt. Die obere Zahl mesophyt-belichteter, die untere xerophyter Zustand.

Tab. II. 1921.

Data	28. VI.	31. VII.	26. VIII.	17. IX.	27. VIII.	18. IX.
Helianthus . .	1.83 1.49 (1.66)	2.50 1.48 (1.99)	3.33 2.18 (2.76)	2.48 2.75 (2.62)	0.90 0.60 (0.75)	0.76 0.50 (0.63)
Atriplex . . .	2.26 — (2.26)	3.86 2.06 (2.96)	2.46 2.27 (2.37)	1.77 1.38 (1.58)	0.71 0.58 (0.65)	0.53 0.47 (0.50)
Amaran. . . .	1.84 2.72 (2.28)	2.56 2.34 (2.45)	2.49 2.23 (2.36)	1.46 1.65 (1.56)	0.36 0.52 (0.44)	0.59 0.52 (0.56)
Temperat. . .	**26.1**	**26.3**	**26.2**	**19.5**		
Defizit	**13.6**	**13.7**	**15.7**	**10.2**		

Am 28. VI. und 31. VII., sowie in den Versuchen 1920 verdunsten die mehr xerophyten Pflanzen beider Typen mehr als die mesophyten auf die Einheit der Oberfläche. Aber gegen Herbst hin ist das Verhältnis umgekehrt. Bei den Pflanzen des mesophyten Zustandes wird diese neue Ordnung schon am 26. VIII. beständig. Es ist zu bemerken, daß in den zwei ersten Terminen der Versuche 1921 die Temperatur und das Defizit der Luftfeuchtigkeit gleich sind, die Transpiration dagegen am 31. VII. bedeutend energischer als am 28. VI. Die mehr xeromorphen Formen, welche sich in der zweiten Hälfte des Sommers entwickelten, transpirierten energischer, namentlich infolge ihrer größeren Xeromorphie.

Das Verhalten der Pflanzen im Herbst ist äußerst interessant. Die Pflanzen der letzten zwei Termine fingen an zu wachsen, als die Spannung der klimatischen Faktoren am höchsten war: am 1. VII. und 1. VIII. Solche Bedingungen schufen Formen mit besonders ausgeprägter Xeromorphie unter allen ökologischen Typen, die imstande sind, in der heißen Zeit zu wachsen. Aber während der Transpirationsversuche mit diesen Pflanzen war sowohl die Temperatur und Trockenheit der Luft als auch die Stärke des Sonnenlichtes schon bedeutend schwächer als in der Periode der Entwicklung der vegetiven Organe. Während der Versuche am 26. VIII. und 17. IX. herrschten im Vergleich zur Wachstumsperiode Bedingungen, die einer schwachen Beschattung ähnlich waren. Von ALEXANDROV (18) wurde eine Reihe von Bestimmungen der Transpirationsintensität zweier Pflanzen ausgeführt, *Helianthus annuus* und *Atriplex (hortensis)*, welche in verschiedenen Abschnitten der Vegetationsperiode 1919 aufwuchsen. Die Versuche bewiesen, daß die mehr xerophile *Atriplex* bei vollem Lichte auf die Einheit der Oberfläche mehr ausdünstet als die mesophyte Sonnenblume. Im Schatten waren die Verhältnisse der Intensität der Transpiration umgekehrt. Die Versuche im Schatten wurden von ALEXANDROV in einem großen und hellen Zimmer mit nach Süden gelegenen Fenstern während der größten Tagesinsolation angestellt.

Auf dem Balkon waren am 27. VIII. und 18. IX. die Pflanzen nach der Größe der Transpirationsintensität in derselben Ordnung wie in den Versuchen im Sonnenschein am Tage vorher verteilt. Aus den Resultaten der Versuche im Licht und im Schatten sieht man die Rolle der xeromorphen Struktur beim Steigen der Energie der Transpiration an der Sonne. An der Sonne müssen die Blätter mit vermehrten Schichten der Gewebe und kompakter Struktur stärker transpirieren als die Blätter, bei denen die Bauart lockerer

ist. Im Schatten dagegen hindert der kompakte Bau des xeromorphen Organes den Austritt der Wasserdämpfe. Je schärfer die Xeromorphie, desto stärker schwächt die Beschattung die Transpiration ab im Vergleich mit den nicht genügend xeromorphen Formen. Man kann streng unterscheiden die Transpiration bei hoher Spannung der klimatischen Faktoren (im Sommer, besonders in den südlichen Gegenden, mit kontinentalem Klima in der Sonne) und die Transpiration bei schwacher Spannung der klimatischen Faktoren (im Frühjahr, Herbst und im Sommer in den Gegenden mit gemäßigtem Klima und auch im Schatten). Unter den Bedingungen der ersten Kategorie kann die Transpiration weder reguliert noch zurückgehalten werden, keine Schutzvorrichtungen können den verstärkten Verlust an Wasserdampf regulieren (Spaltöffnungen, Haare, Details im Blattbau usw). In solchen Fällen werden die Wasserdämpfe herausgepreßt (19). In den Fällen der zweiten Kategorie besitzen alle Schutzvorrichtungen eine große und reale Bedeutung. Wahrscheinlich bilden sich die Veränderungen im Charakter der Korrelation der Transpiration der Pflanzen, welche Blätter mit verschiedenen Stufen der Xeromorphie besitzen, nur bei einer gewissen bestimmten Stufe der Beschattung. Es ist möglich, daß bei sehr schwacher Beschattung in den Breiten, wo die Insolation eine hohe Stufe der Intensität erreicht, die Pflanze sich ebenso verhalten wird wie bei vollem Sonnenlicht. Letzteres muß noch nachgeprüft werden. Allein man muß im Auge haben, daß Bestimmungen der Transpirationsintensität ein und derselben Pflanzenart unter verschiedenen klimatischen Bedingungen sehr widersprechende Resultate ergeben können. Bei den einen Bedingungen werden die Xerophyten am energischsten transpirieren, bei den anderen im Gegenteil die Mesophyten, selbstredend die Lichtformen der letzteren. Die Frage über die Transpirationsintensität oder über die Transpirationsfähigkeit der Pflanzen überhaupt ist sehr kompliziert. Die Ansichten auf Grund der Untersuchungen, die in Mitteleuropa geführt wurden, in bezug auf die Rolle der Schutzvorrichtungen, welche die Transpiration erniedrigen, können vollständig richtig sein. Aber sie sind nur für den Typus des Klimas richtig, in welchem sie experimentell begründet wurden. In einem anderen Klima können die Beziehungen zwischen den verschiedenen ökologischen Pflanzentypen ganz andere sein. Die Pflanzenökologie muß sich sehr umfangreiches, experimentell gewonnenes Material gründen. Der Grad der Stärke der Transpirationsintensität bildet das Resultat sehr zusammengesetzter und unbeständiger Korrelationen zwischen

den Eigenheiten der Pflanzenstruktur, ihrem Zustande (20) und den Details in den Kombinationen der meteorologischen Faktoren, sowohl während der Entwicklungszeit der Pflanze als auch in dem Moment der Ausführung des Versuches. Außer den dem Pflanzenindividuum eigenen Zügen als ökologischem Typus, die ererbt befestigt sind, und außer den Bedingungen der Umgebung zur Zeit der Versuche wirkt auf die Transpiration die Summe der Umstände, welche sich in der Hauptwachstumsperiode zeigten. Der Wassergehalt, die thermischen und anderen Zustände der Wurzeln und oberirdischen Massen, von dem Keimungsmoment angefangen, der Charakter und die Reihenfolge der Entwicklung der Faktoren der Umgebung in den verschiedenen Perioden des Pflanzenlebens, alles das wirkt auf die Transpirationsintensität wie auch auf jede physiologische Funktion. Aber auf die Intensität der Entwicklung der Pflanze und ihrer Lebensfunktionen wirken nicht nur die Eigenheiten des Zustandes der toten (Membranen, Interzellularen usw.), sondern auch der lebenden (Protoplasma, Plastiden usw.) Elemente der Struktur, welche durch die Natur und die Existenzbedingungen des Organismus hervorgerufen wird, Bedingungen, welche ein morphologisches und physikalisch-chemisches System des gegebenen Momentes schaffen — das Pflanzenindividuum. Die Transpirationsintensität spiegelt alle diese komplizierten Korrelationen wieder. Deshalb sind die Resultate ihrer Bestimmung nicht selten widersprechend.

Die Versuche von 1923, an Pflanzen ausgeführt, die zu zwei Terminen (1. V. und 1. VII.) ausgesät und mit 60 % Feuchtigkeit der Erde bei vollem Lichte aufgezogen wurden, geben die Möglichkeit, noch tiefer in das Wesentliche des Transpirationsprozesses des Pflanzenorganismus einzudringen (Tab. III).

Außer den Versuchspflanzen der vorhergehenden Jahre wurden in den Versuchen von 1923 noch zwei neue eingeführt: *Atriplex laciniatum* und *Portulaca oleracea*. Die erste der hier erwähnten Pflanzen unterscheidet sich, wie schon oben bemerkt wurde, scharf von allen übrigen Pflanzen unserer Versuche durch das bestimmt ausgeprägte Umbiegen der Blätter (sichelförmig). Die Beleuchtung der Blätter wird zweifellos bei solchem Habitus ungleichmäßig sein: die umgebogenen Enden des Blattes werden sich in der Mittagszeit von 11—1 Uhr, sogar an den hellsten Sommertagen, in dem Zustande schwacher Beschattung im Vergleich mit der Basis des Blattes befinden. Daher muß, wenn die Sonne im Zenith steht, die Transpiration der Pflanzen mit solchen Blättern schwächer sein als bei Pflanzen mit ebenen Blattflächen.

Bei geneigter Lage des Stengels der Pflanzen von dem Typus des *Atriplex laciniatum* wird, wenn die Sonnenstrahlen einen größeren Teil der Blattfläche als bei vertikaler Lage unmittelbar beleuchten, die Transpiration einer solchen Pflanze in den Mittagsstunden intensiver sein als die Transpiration einer Pflanze mit normalem geradestehendem Stengel. An den Versuchen bestätigte sich diese Voraussetzung. Der Portulak entwickelte, infolge der Kultur mit Düngemitteln, welche bei dem Kultivieren der Pflanzen in den Vegetationsgefäßen angewandt wurden, sowie durch das Entfernen der Seitenknospen für diese Art sehr breite Blätter. Die Blätter des Portulak sind sukkulent.

Tabelle III. 1923.

Data	28. VI.	3. IX.	29. VI	4. IX.
Helianthus	3.47	2.50	1.23	0.97
Atripl. hort.	2.88	2.80	0.81	0.87
Amaranthus	3.12	1.95	0.49	0.40
Atripl. lacin. „a“	2.24	1.41	0.39	0.42
„b“		2.05		0.42
Zygophyllum	4.26	3.84	0.93	0.88
Portulaca	3.67	—	0.45	—
Temperat.	**30.9**	**27.7**	**30.0**	**26 2**
Deficit.	19,8	17.4	15.7	14.6

Bei den Versuchen von 1923, ebenso wie bei denen von 1920, transpirierten die Pflanzen mit sukkulenten Blättern, *Zygophyllum* und *Portulaca*, an der Sonne (28. VI. und 3. IX.) energischer als alle übrigen Pflanzen, welche sich bei den Versuchen neben ihnen befanden. Im Schatten (29. VI. und 4. IX.) ändern sich die Verhältnisse, am meisten transpiriert dann die Sonnenblume. Überhaupt verdunstet die Sonnenblume bei den Versuchen 1923 bedeutend mehr als beide *Atriplex*arten und *Amaranthus*. Die Samen der Sonnenblume der Versuche von 1923 waren von anderer Herkunft als die von 1920 und 1921. Der Stengel eines Exemplares von *Atriplex laciniatum* (Versuch vom 3. IX.) „a“ ist vertikal, zwei andere „b“ um 45° geneigt. Dementsprechend ist die Intensität der Transpiration der Exemplare mit vertikalem und mit geneigtem Stengel an der Sonne verschieden: bei den geneigten stärker. Im Schatten ist die Transpiration gleich (Versuch am 4. IX.). Aus dem Beispiel mit *Atriplex laciniatum* wird klar, welche wichtige Bedeutung die Exposition des Blattes bei der Transpiration hat.

Sogar solch eine schwache Beschattung wie das Umbiegen der Blattspitze bei der sichelförmigen Biegung ihrer Fläche genügt, um den Wasserverlust der Pflanze bei Sonnenschein um 30 % herabzusetzen. Der Versuch an *Atriplex laciniatum* ist lehrreich. Er weist darauf hin, daß die Transpiration der Pflanze von zwei Kategorien von Erscheinungen bedingt ist. Einerseits verhält sich die Pflanze wie ein physikalischer Apparat, andererseits wie ein Organismus, welchem eine bestimmte Struktur und bestimmte Reaktionsweisen eigen sind. Die Transpiration ist eine komplizierte Erscheinung, die sich aus den Korrelationen der physischen und morphologischen Faktoren gestaltet. Die morphologischen Züge sind individuell, sie sind das Produkt der Evolution. Ihre Details sind die Folge der gesamten äußeren Umstände, das sich selbst regulierende kordinierte System ist der lebende Organismus. Daher reagiert jede Pflanze, wie ein individuelles System seiner Struktur entsprechend, auf jedes Detail in den Kombinationen der äußeren Faktoren auf ihre besondere Art. Deshalb sind die Resultate der Versuche über die Transpirationsfähigkeit so überraschend.

Zum Schluß sei noch einmal die Grundidee der Schlüsse hervorgehoben, die aus unseren Versuchen resultieren. Die verschiedenen Kombinationen der äußeren Bedingungen, zur Zeit des Wachsens und zur Zeit der Versuche, können verschiedene Verhältnisse in der Größe der Transpirationsintensität an einer Reihe von Pflanzen einer und derselben Art hervorrufen. So transpiriert unter gleichen Versuchsbedingungen eine beliebige Pflanze während der Wachstumsperiode stärker als die übrigen Arten; unter anderen Kulturbedingungen, mit ebensolchen regelmäßigem und klarem Gang der Veränderungen der meteorologischen Elemente, kann sich das Verhältnis verschieben.

Zusammenfassung:

Um zu zeigen, wie sehr die Größe der Transpirationsintensität (Transpirationsfähigkeit) die Folge der Besonderheiten des biologischen Typus des Pflanzenorganismus und seines augenblicklichen Zustandes ist, wurden Repräsentanten von drei Typen ausgewählt: Mesophyt, Xerophyt - hartblätterig und Xerophyt - sukkulent, *Helianthus annuus*, *Atriplex (hortensis)*, *Atriplex laciniatum*, *Carthamus tinctorius*, *Datura Stramonium*, *Amaranthus retroflexus*, *Zygophyllum Tabago* und *Portulaca oleracea*. Die Pflanzen wurden kultiviert in Vegetationsgefäßen mit 60 % Wassergehalt der vollen Feuchtigkeitsaufnahmefähigkeit der Erde (mesophyte Kulturen) und mit 40 % (Kulturen des xerophyten Typus). Außerdem wurden mesophyte

Kulturen einiger Pflanzen unter dem Schutzdache aus weißem Stoffe kultiviert, die übrigen dem vollen Sonnenlicht ausgesetzt. Die Pflanzen wurden folgenden Bedingungen unterworfen: xerophyt- und mesophyt-belichtet und -beschattet. Das Auspflanzen wurde im Laufe der Vegetationsperiode 1920 und 1921 einige Male, 1923 einmal ausgeführt. Unsere Versuche zeigten, daß die Xerophyten nicht unter allen Bedingungen eine größere Transpirationsfähigkeit als die anderen ökologischen Typen zeigen. Besonders bei den im Schatten angestellten Versuchen transpirieren die Xerophyten bedeutend weniger als die Mesophyten. Im vollen Sonnenlicht verhalten sich ähnlich Pflanzen, welche im ersten Frühjahr wachsen, und solche, die sich im Spätsommer entwickeln. Gewöhnlich besitzen in der Mitte des Sommers bei Sonnenbeleuchtung unter den Bedingungen des kontinentalen Klimas im Süden die Pflanzen mit xerophytem Bau eine größere Transpirationsfähigkeit als die Mesophyten.

Die Intensität der Transpiration ist die Folge sehr zusammengesetzter Korrelationen im Leben des Pflanzenorganismus: Wassermenge und Lichtfülle bei seiner Kultur, aber ebenso die Kombinationen der meteorologischen Bedingungen während des Wachstums und unmittelbar vor den Versuchen (20) spielen eine Rolle. In Übereinstimmung mit dem Charakter der Entwicklungsgeschichte der Pflanzen ergibt die Kombination der Versuchsbedingungen die betreffende Reaktion des lebenden Pflanzenorganismus, welche auch in der Größe der Transpirationsintensität erscheint.

Diese Arbeit wurde im physiologischen Laboratorium des Botanischen Gartens in Tiflis ausgeführt.

Literatur.

1 a. G. BONNIER, Cultures expérimentales dans les Alpes et les Pyrénées. Revue gen. de botan. 1890. 2.

1 b. —, —, Recherches expérimentales sur l'adaption de plantes au climat alpine. Ann. de sciences natur. 1894. 20.

2. L. GENEAU DE LAMARLIERE, Recherches physiologiques sur les feuilles développées a l'ombre et au soleil. Revue gen. de bot. 1892. 4.

3. H. HESSELMANN, Zur Kenntnis des Pflanzenlebens schwedischer Laubwiesen. Beihefte zum bot. Centralbl. 1904.

4. A. SAMPSON and L. ALLEN, Influence of physical factors on transpiration. Minnesota Botan. Stud. 1909. (Botan. Gaz. 1909. 48.)

5. N. MAXIMOW, L. BADRIEW und W. SIMONOW, Intensität der Transpiration bei Pflanzen verschiedener ökologischer Typen. Travaux du jardin Botan. de Tiflis. 1917. 19 (russisch).

6. H. CHERMEZON, Recherches anatomiques sur les plantes littorales. Annal. des sciences nat. 1910. 12.

7. E. DELF, The meaning of xerophily. Journ. of Ecology. 1915. 3.
8. N. MAXIMOW und W. ALEXANDROV, Die Produktivität der Transpiration und Dürre-Resistenz. Travaux du jardin Botan. de Tiflis. 1917. 19.
9. L. BRIGGS and H. SCHANTZ, Hourly transpiration rate on clear days as determined by cyclic environmental factors. Journ. of agricultural Research. 1916. 5.
10. W. ALEXANDROV, Über Plastizität der Blattstruktur krautiger Pflanzen. Botan. Archiv. 1925. 12.
11. H. WALTER, Die Verdunstung von Wasser in bewegter Luft und ihre Abhängigkeit von der Größe der Oberfläche. Zeitschr. für Botan. 1925—1926 18.
12 N. MAXIMOW, The physiological basis of drougth-resistance of plants. Leningrad. 1926.
13 L. IWANOW, Pflanzenphysiologie. 1913.
14. W. ALEXANDROV, Sur la diminution de l'aire des feuilles de quelques plantes herbacées. Journ. de la Soc. de Russie. 1925. 10.
15. M. DIETRICH, Die Transpiration der Schatten- und Sonnenpflanzen in ihren Beziehungen zum Standort. Jahrb. für wiss. Botan. 1925. 65.
16. L. FREY, Influence of soil moisture on transpiring power of plants. Travaux de la Soc. des Natural. Leningrad. 1923.
17. W. ALEXANDROV et O. ALEXANDROVA, Les oscillations quantitatives dans la structure foliaire des plantes herbacées. Journal für wissensch. Landwirtschaft. 1925. 2.
18. W. ALEXANDROV, Über die Produktivität der Transpiration. Travaux du jardin Botan. de Tiflis. 1920.
19. W. ALEXANDROV et O. ALEXANDROVA, Sur l'équilibre mobile dans la structure du feuillage. Bull. Jard. Botan. de la republ. Russe. 1923. 22.
20. I. TOLMATSCHOW, Einfluß der plastischen Stoffe auf die Pflanzentranspiration. Nachrichten Polytechnisch. Inst. Kiew. 1924.

II. Elisabeth Lebedincev: Physiologische und anatomische Besonderheiten der in trockener und in feuchter Luft gezogenen Pflanzen.

(Mit 2 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 22. Dezember 1926. Vorgetragen in der Januarsitzung.)

Im Jahre 1922—1923 arbeitete ich im ökologischen Laboratorium des Botanischen Gartens zu Leningrad unter der Leitung von Prof. N. A. MAXIMOW an der Erforschung des Einflusses der Belichtung auf die Entwicklung und Funktion des Leitungssystems und des Saug-, d. h. des Wurzelsystems. Die schwächere Entwicklung dieser Systeme bei Beschattung führten wir auf die unter diesen Umständen unterdrückte Transpiration zurück [N. A. MAXIMOW und E. LEBEDINCEV (1)].

Es war berechtigt, hiervon auf die Erforschung der Abhängigkeit dieser Systeme von einem anderen Faktor — der Feuchtigkeit der Luft — überzugehen, welche, gleich wie das Licht, eine wichtige Rolle im Transpirationsprozeß spielt. Mit Untersuchungen zur Orientierung in dieser Hinsicht habe ich in den Jahren 1923 und 1924 begonnen, im Jahre 1925 gelang es mir, solche in großem Maßstabe anzustellen.

Ehe ich zur Beschreibung der von mir angewandten Methode übergehe, will ich erwähnen, daß die Versuchsanstellung zur Erforschung der Einwirkung der Luftfeuchtigkeit so schwierig ist, daß dieselbe von verschiedenen Forschern verschiedenartig modifiziert wurde. Es genügt, die Arbeiten von VESQUE (2), WOLLNY (3), EBERHARDT (4) und ferner die von KIESSELBACH (5), MUENSCHER (6) und BRIGGS und SHANTZ (7) zu erwähnen.

Die differierenden Versuchsbedingungen einzelner Forscher waren oft die Veranlassung differierender Resultate. Nicht übereinstimmende Resultate habe auch ich in den Versuchen der Jahre 1923 und 1925 erhalten.

Die Methode meiner Versuche war folgende: Glaskästen, jeder von ½ cbm Inhalt (66 cm × 61 cm × 133 cm = 535,5 cbdm) wurden in ein Gewächshaus gestellt. Die Kästen waren gen Süden gerichtet. In dem einen Glaskasten wurde die Luft mittels $CaCl_2$ getrocknet. Im anderen wurde mittels befeuchteter, an den Wänden des Glaskastens aufgehängter Leinwand Feuchtigkeit erzielt. Die

Temperatur und Luftfeuchtigkeit beider Glaskästen wurde täglich (12—2 Uhr mittags) mittels Psychrometer von ASSMANN gemessen. Die relative Luftfeuchtigkeit des „feuchten" Glaskastens betrug im Durchschnitt 94%, mit Schwankungen von 79—98%. Im „trockenen" Glaskasten betrug die relative Luftfeuchtigkeit 64%, mit Schwankungen von 27—80%.

Die Pflanzen (*Phaseolus vulgaris*, *Soja hispida*, *Amaranthus retroflexus*) wurden in kleinen Vegetationsgefäßen (12 cm × 15 cm) gezogen und nur für *Helianthus annuus* bediente ich mich größerer Gefäße (15 cm × 25 cm).

Zur Vermeidung der Verdunstung von der Oberfläche wurden die Gefäße mit Deckeln versehen. Die Versuche wurden in direktem Sonnenlicht, nur einige im Schatten, angestellt. Die optimale Feuchtigkeit der Erde (50% der vollen Wasserkapazität) wurde nur in dem ersten Versuch mit *Phaseolus vulgaris* angewandt, fernerhin erhielt man die Feuchtigkeit auf 35% der vollen Wasserkapazität. Dieses wurde in der Absicht gemacht, die Einwirkung des zu untersuchenden Faktors, der Luftfeuchtigkeit, zu erhöhen, da dieselbe bei erschwerter Wasserzufuhr stärker auf die Pflanzen wirkt.

Von mir sind Versuche mit 5 Pflanzen und zu folgender Zeit ausgeführt worden:

1. *Phaseolus vulgaris* 2./VII.—29./VII.; 2. *Amaranthus retroflexus* 9./VII.—17./VIII.; 3. *Helianthus annuus* 9./VII.—17./VIII.; 4. *Soja hispida* 4./VIII.—15./IX.; 5. *Xanthium strumarium* 4./VIII—15./IX.; 6. *Phaseolus vulgaris* 13./VIII.—12./IX.

Die Pflanzen wurden im Alter von 4—5 Wochen geerntet. Die Glaskästen waren für größere Pflanzen gewöhnlich zu klein, und daher war es auch nicht möglich, die Wirkung der Luftfeuchtigkeit während der vollständigen Entwicklungsperiode zu beobachten. Die Pflanzen wurden vor der Ernte zur Feststellung ihrer Transpirationsfähigkeit ins Laboratorium gebracht. Die Transpirationsversuche wurden angestellt: 1. bei zerstreutem Tageslicht im Laboratorium (die Daten dieser Versuche sind in den Tabellen unter der Überschrift „im Schatten" angegeben); 2. bei elektrischem Licht einer 1000-Watt-Lampe; 3. in direktem Sonnenlicht auf einer Glasveranda. Die Transpiration der Pflanzen in den Gefäßen wurde durch Wägen auf einer technischen Wage mit einer Genauigkeit bis zu 0,1 g bestimmt und auf eine Stunde und 1 qcm der Blattoberfläche berechnet.

Der Ertrag der Pflanzen ist durch Lufttrockengewicht der oberirdischen Teile und des Wurzelsystems ausgedrückt. Die Blätter wurden auf lichtempfindlichem Papier abgedruckt und ihre Fläche

mit dem Planimeter bestimmt. Zu anatomischen Untersuchungen wurde der mittlere Teil des Blattes zwischen der Mittelrippe und dem Rande benutzt. In einigen Versuchen wurden die Blattstiele untersucht (zur Berechnung des Leitungssystems der Blätter) und der Stengelteil am Wurzelhals. Die Nervatur und die Spaltöffnungen wurden mittels Zeichenokulars von LEITZ gezeichnet, erstere mit einem Objektiv Nr. 3 von LEITZ, die Spaltöffnungen aber mit dem Objektiv Nr. 7. Die Nervatur wurde einmalig bestimmt, für die Spaltöffnungen wurde der Durchschnitt von zehn einzelnen Bestimmungen genommen.

Zur Untersuchung wurden Blätter von verschiedener Insertionshöhe verwandt. Da für mich nur vergleichende Daten von Wert waren, so habe ich die durch Berechnungen und Messungen erhaltenen Zahlen, wie die Länge der Nervatur, Zahl der Spaltöffnungen, nicht in absolute Einheiten umgerechnet. Der besseren Übersicht wegen sind die Daten für die „trockenen" Pflanzen in % der Daten für die „feuchten" Pflanzen ausgedrückt. Alle Zahlen sind jedoch Durchschnittszahlen der Versuche und Messungen, die mit 3—4 Pflanzen angestellt wurden.

Ich gehe zur Besprechung der Resultate meiner Versuche über.

Die Pflanzen des „feuchten" Glaskastens waren äußerlich ganz normal, obgleich sie im allgemeinen den Schattenpflanzen glichen, d. h. sie hatten blassere Farbe, etwas gestreckte Stengel und mehr Blätter als die Pflanzen im „trockenen" Glaskasten.

Zuerst will ich näher auf die Größe des Ertrages und der Blattoberfläche eingehen (siehe Tabelle I):

Tabelle I.

Pflanze	Trockengewicht g			Blattoberfläche qcm		
	feucht	trocken	Verhältnis trocken : feucht	feucht	trocken	Verhältnis trocken : feucht
Helianthus annuus . . .	1.99	2.03	102	455	521	114
Soja hispida	0.63	0.62	98	118	109	92
Amaranthus retroflexus .	4.01	2.52	63	482	400	83
Xanthium strumarium .	1.34	0.93	70	328	240	73
Phaseolus vulgaris . . .	1.37	1.14	83	334	300	90

Aus der Tabelle I ist zu ersehen, daß das gesamte Trockengewicht der Ernte und die Blattoberfläche bei den in trockener Luft gezogenen Pflanzen meist kleiner war. So betrug das Trockengewicht von *Amaranthus retroflexus* im „trockenen" Glaskasten 63 %

von dem Trockengewicht im „feuchten“ Glaskasten, das Trockengewicht von *Xanthium strumarium* 70 % und das von *Phaseolus vulgaris* 85 %. Nur bei *Soja hispida* und *Helianthus annuus* war keine Einwirkung der verschiedenartigen Wachstumsbedingungen zu beobachten, und das Trockengewicht in feuchter und trockener Luft war fast gleich groß.

Die Blätter der im „trockenen“ Glaskasten gezogenen Pflanzen weisen, wie die Tabelle zeigt, auch kleinere Blattoberflächen auf. Eine Ausnahme hiervon macht abermals *Helianthus annuus*. Bezüglich der Wirkung der Luftfeuchtigkeit auf die Produktion der Trockensubstanz finden wir in der Literatur widersprechende Daten. So haben HELLRIEGEL und SORAUER größere Ernten in trockener Luft erhalten, während WOLLNY, KIESSELBACH und MUENSCHER größere Ernten in feuchter Luft erreichten.

In der Literatur giebt es auch keine übereinstimmenden Daten über die Entwicklung der Blattoberfläche. Diese differierenden Resultate der Versuche sind auf die verschiedene Größe der Luftfeuchtigkeit zurückzuführen, bei der die Versuche vorgenommen wurden.

Entsprechend der Trockenheit der Luft ist auch die Menge des während der Vegetationsperiode von den Pflanzen im „trockenen“ Glaskasten verbrauchten Wassers größer als im „feuchten“. In Tabelle II ist der gesamte Wasserverbrauch während der Vegetationsperiode und der Verbrauch in 24 Stunden (auf eine Einheit der Blattoberfläche berechnet), während einiger Tage vor der Ernte angegeben.

Tabelle II.

Pflanze	Gesamter Wasserverbrauch			Wasserverbrauch auf 1 qcm der Blattoberfläche in mg		
	feucht	trocken	Verhältnis feucht : trocken	feucht	trocken	Verhältnis trocken : feucht
Helianthus annuus . . .	186	516	280	17	52	306
Soja hispida	93	178	191	27	60	222
Amaranthus retroflexus .	365	406	111	28	34	121
Xanthium strumarium .	159	267	168	18	45	250
Phaseolus vulgaris . . .	147	223	152	11	21	191

Wird die Menge des verbrauchten Wassers für die „trockenen“ Pflanzen in Prozenten von derjenigen der „feuchten“ Pflanzen ausgedrückt, so gestaltet sich ihr gegenseitiges Verhältnis folgendermaßen: Für *Amaranthus retroflexus* = 111 %; *Phaseolus*

vulgaris = 152 %, *Helianthus annuus* aber 280 %. Diese Zahlen geben uns jedoch ohne Berücksichtigung der Blattoberfläche keine richtige Vorstellung von der Stärke der Transpiration. Ein klareres Bild über die Abhängigkeit der Transpiration von der Luftfeuchtigkeit ergibt sich bei der Berechnung des täglichen Wasserverbrauchs auf die Flächeneinheit der Blattoberfläche. Auch hier steht *Helianthus annuus* an der Spitze mit 306 %, dann folgt *Xanthium strumarium*, *Soja hispida*, und an letzter Stelle steht *Amaranthus retroflexus* mit 121 %. Folglich ist, wie aus den Zahlen ersichtlich, die Transpiration in trockener Luft um 2, ja 3mal stärker im Vergleich zur Transpiration in feuchter Luft, und nur bei *Amaranthus retroflexus* sehen wir eine unbedeutende Steigerung der Transpiration um 21 %.

Die Ursache der Verringerung der Ernte, in welcher auch die Abnahme der Intensität der Assimilation zum Ausdruck kommt, ist bei den Pflanzen des „trockenen" Glaskastens (unabhängig vom Zustande der Spaltöffnungen) in der Wasserarmut ihrer Blätter zu suchen. Die Begründung zu dieser Annahme finden wir in der Arbeit von BRILLIANT (8), in welcher der Wassergehalt in den Geweben der Pflanzen mit der Assimilationsleistung der Blätter in Verbindung gebracht wird. Nicht ausgeschlossen ist es auch, daß das Verhalten der Spaltöffnungen, welche in dem „trockenen" Glaskasten wahrscheinlich mehr geschlossen, im „feuchten" aber ganz geöffnet waren, einen Einfluß auf die Assimilation ausübt.

Die wechselseitige Beziehung zweier Prozesse — der Ansammlung von Trockensubstanz und der Transpiration — kommt durch die Produktivität der Transpiration zum Ausdruck. Hierunter versteht man nach N. A. MAXIMOW (9) die von einer Pflanze in bestimmtem Zeitraum auf 1 kg verbrauchten Wassers pro-

Tabelle III.

Pflanze	Produktivität der Transpiration		
	feucht	trocken	Verhältnis trocken : feucht
Helianthus annuus . . .	11.3	4.3	38
Soja hispida	6.8	3.5	51
Amaranthus retroflexus . .	11.1	6.1	55
Xanthium strumarium . .	8.3	3.5	42
Phaseolus vulgaris . . .	9.5	5.2	55

duzierte Trockensubstanz. Aus den von mir erhaltenen Daten der Produktivität der Transpiration geht hervor, daß die Produktivität der Transpiration in feuchter Luft bedeutend größer ist als in trockener Luft.

Diese Daten über die Verringerung der Produktivität der Transpiration in trockener Luft im Vergleich zu der in feuchter Luft stimmen vollständig überein mit den Daten von MUENSCHER (6), der Weizen in feuchter und trockener Luft kultiviert hat, den Resultaten der Untersuchungen von KIESSELBACH (5) mit *Zea Mays*, desgl. mit den Untersuchungen von BRIGG und SHANTZ (7) und von MAXIMOW und ALEXANDROV (9).

Obgleich die Größe der Produktivität der Transpiration, wie es die Arbeiten von BRIGGS und SHANTZ einerseits und von MAXIMOW und ALEXANDROV andererseits gezeigt haben, auch nicht als Index der Dürreresistenz der Pflanzen dienen kann, so kann doch die Gegenüberstellung der Produktivität der Transpiration, der Größe der Ernte und des Wasserverbrauchs bis zu einem gewissen Grade die Dürreresistenz der Pflanzen charakterisieren, wie wir es weiter unten sehen werden.

Die Produktivität der Transpiration der „trockenen“ *Helianthus annuus* sinkt fast um ein dreifaches im Vergleich zu den „feuchten“ Pflanzen und macht 38 % aus.

Dieses Sinken der Produktivität der Transpiration (bei Gegenüberstellung der Zahlen der Ernte und des Wasserverbrauches) kann ausschließlich durch die außerordentliche Steigerung der Transpiration im „trockenen“ Kasten (bis zu 280 %) erklärt werden, wobei die Größe der Ernte fast nicht verändert wird. Anders dagegen bei *Amaranthus retroflexus.* Hier ist die Verminderung der Produktivität der Transpiration im „trockenen“ Kasten bis zu 55 % mit keiner bedeutenden Steigerung der Transpiration, welche im Verhältnis zu den „feuchten“ Pflanzen im ganzen 111 % beträgt, verbunden, sondern hängt nur von der bedeutenden Verringerung der Größe der Trockensubstanz ab, die bis auf 63 % gefallen ist.

Daher kann man sagen, daß die Einwirkung der trockenen Luft auf die Produktion der Trockensubstanz bei *Helianthus annuus* nicht beobachtet wurde, bei *Amaranthus retroflexus* aber eine negative war. Hieraus folgt, daß *Helianthus annuus* gegen Lufttrockenheit resistenter ist als *Amaranthus retroflexus.*

Das gleiche Verhältnis besteht zwischen *Soja hispida* und *Xanthium strumarium*, wobei *Soja hispida* widerstandsfähiger ist.

Oben haben wir den Wasserverbrauch der Pflanzen im Verhältnis zur Luftfeuchtigkeit betrachtet. Jedoch zur Charakteristik des Wasserhaushaltes der Pflanzen ist erforderlich, auch die Wasserbilanz der Pflanzen zu kennen, d. h. die Bedingungen der Wasserversorgung der Pflanzen zu untersuchen. Zu diesem Zweck habe ich an erster Stelle die Entwicklung des Wurzelsystems untersucht, durch welches die Wasseraufnahme erfolgt. Zur Lösung dieser Aufgabe wäre die Bestimmung der Oberfläche des saugenden Teiles der Wurzel am zweckmäßigsten, weil aber Methoden für solche Bestimmungen vollständig fehlen, muß man sich mit dem Gewicht des Wurzelsystems begnügen.

Zur Beurteilung des Wurzelsystems habe ich verwandt:

1. Das Verhältnis des Trockengewichtes des Wurzelsystems zum Trockengewicht der oberirdischen Teile und
2. das auf eine Flächeneinheit der Blattoberfläche entfallende Gewicht des Wurzelsystems. Diese Daten weisen überall auf überwiegend ausgebildetes Wurzelsystem der „trockenen“ im Vergleich zu den „feuchten“ Pflanzen hin, d. h. jede Gewichtseinheit ihrer oberirdischen Teile und jede Einheit ihrer transpirierenden Fläche war besser mit Wasser versorgt.

Tabelle IV.

Pflanze	Trockengewicht des Wurzelsystems in mg					
	auf 1 qdcm der Blattoberfläche			in % der oberirdischen Teile		
	feucht	trocken	Verhältnis	feucht	trocken	Verhältnis
Helianthus annuus . . .	0.22	0.24	109	5	7	140
Soja hispida	0.59	0.71	120	12	14	117
Amaranthus retroflexus .	0.72	0.77	106	10	14	140
Xanthium strumarium .	0.73	0.79	108	22	26	118
Phaseolus vulgaris . . .	0.708	0.714	101	21	22	105

In dieser Tabelle sehen wir größeres Gewicht des Wurzelsystems bei den „trockenen“ Pflanzen. Da jedoch die Pflanzen im „trockenen“ Glaskasten wegen schlechterer Assimilationsbedingungen kleinere Blattoberfläche und geringeres Trockengewicht hatten, so muß die bessere Entwicklung des Wurzelsystems unter denselben Bedingungen der verstärkten Transpiration in trockener Luft zugeschrieben werden.

Die Versuche über die Wirkung der Luftfeuchtigkeit bestätigen also, daß die Entwicklung des Wurzelsystems mit gesteigertem Wasserverbrauch Hand in Hand geht, wie es durch die Untersuchungen unter verschiedenen Belichtungsbedingungen im Jahre 1922 festgestellt wurde (N. A. MAXIMOW und EL. LEBEDINCEV (1).

Der stärkeren Transpiration entspricht auch bessere Entwicklung des Leitungssystems der Stengel und Blattstiele bei Pflanzen der trockenen Luft. EBERHARDT (4) hat dasselbe bei einer großen Anzahl von Pflanzen beobachtet. VESQUE (2) spricht von stärkerer Entwicklung der Leitbündel, größerer Anzahl der Gefäße und größerem Durchmesser derselben bei Pflanzen trockener Luft. Ich kann dasselbe durch meine Berechnungen der Querschnittfläche des Leitungssystems in den Blattstielen der Blätter der 3. und 4. Etage (von unten) einer Sonnenblumenpflanze veranschaulichen.

Tabelle V.

	Drittes Blatt			Viertes Blatt		
	feucht	trocken	Verhältnis	feucht	trocken	Verhältnis
Blattoberfläche in qcm	37	39	105	37	49	132
Gesamtquerschnitt des Leitungssystems in qmm	0.027	0.043	159	0.041	0.067	163
Durchschnitt des Leitungssystems auf 1 qdcm Blattoberfläche	0.073	0.110	151	0.111	0.138	124

Die letzte Etappe in meiner Erforschung der Wasserversorgung der Pflanzen war die Untersuchung der Nervatur des Blattes. Bei der Beschreibung derselben werde ich auch andere Veränderungen im Blattbau hervorheben, welche durch verschiedene Größe der Luftfeuchtigkeit hervorgerufen wurden. Wie aus Tabelle VI ersichtlich, hat die Lufttrockenheit Verminderung der Zellengröße, im besonderen bei der Epidermis und den Schließzellen der Spaltöffnungen, Vergrößerung der Anzahl der Zellen auf der Flächeneinheit der Blattoberfläche und dichteres Netz der Nervatur hervorgerufen. Es wurden also Veränderungen hervorgerufen, welche auf verstärkten Xeromorphismus hinweisen. Nach MAXIMOW (10) und ZALENSKY (11) entsteht Xeromorphismus unter dem Einfluß äußerer Faktoren, welche die Wasserabgabe verstärken oder die Wasserzufuhr erschweren.

Tabelle VI.

Pflanze	Zahl der Spaltöffnungen			Nervatur		
	feucht	trocken	Verhältnis	feucht	trocken	Verhältnis
Helianthus annuus . . .	8	10	130	94	113	120
Amaranthus retroflexus .	7	7	100	90	112	124
Xanthium strumarium .	8	11	137	71	96	135
Phaseolus vulgaris . . .	29	36	124	92	114	124

Zur Illustration dieser Zahlen führe ich Abb. 1 an, auf welcher die Epidermis und die Nervatur eines Blattes mittels Zeichenokular abgebildet ist.

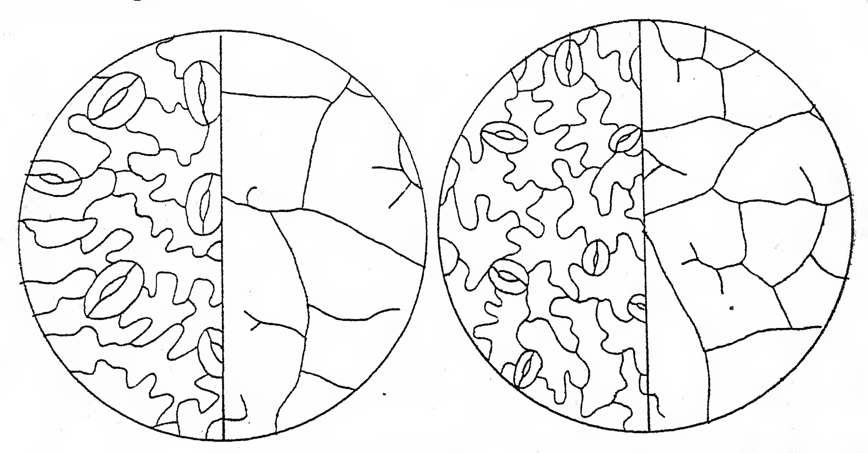


Abb. 1. Die Einwirkung der Luftfeuchtigkeit auf den Bau der Blätter von *Helianthus annuus*. Links = Blatt einer in feuchter Luft gezogenen Pflanze, rechts = Blatt einer in trockener Luft gezogenen.

Was die Nervatur anbetrifft, so ist dieselbe in den Blättern der Pflanzen des „trockenen" Glaskastens um 20—35 % dichter als im „feuchten" Glaskasten, was auf bessere Wasserversorgung der Pflanzen im „trockenen" Kasten hinweist.

Dieselbe Verkleinerung der Zellengröße, Vermehrung der Anzahl der Spaltöffnungen und dichtere Nervatur bei Pflanzen trockener Luft wird schon von SORAUER (12), KOHL (13), BRENNER (14) und EBERHARDT (4) angeführt. Wenn auch anders lautende Angaben gemacht werden, so muß solches wohl auf die ungleichen Versuchsbedingungen bei den Untersuchungen einzelner Forscher zurückgeführt werden. Zur Bestätigung hierfür können meine Untersuchungen des Jahres 1923 mit *Phaseolus vulgaris* dienen, die unter Glasglocken in kleinem Luftraum gezogen wurden und

deren Blätter immer mit Kondensationswasser bedeckt waren. Hier zeigten die Blätter dichtere Nervatur und größere Anzahl von Spaltöffnungen auf der Flächeneinheit als die ohne Glasglocken im Gewächshaus gezogenen Kontrollpflanzen (Abb. 2).

Zur vollständigeren physiologischen Charakteristik der „trockenen" und der „feuchten" Pflanzen war es ferner erforderlich, ihre Transpirationsfähigkeit zu bestimmen, d. h. die Intensität der Transpiration bei gleichen äußeren Bedingungen.

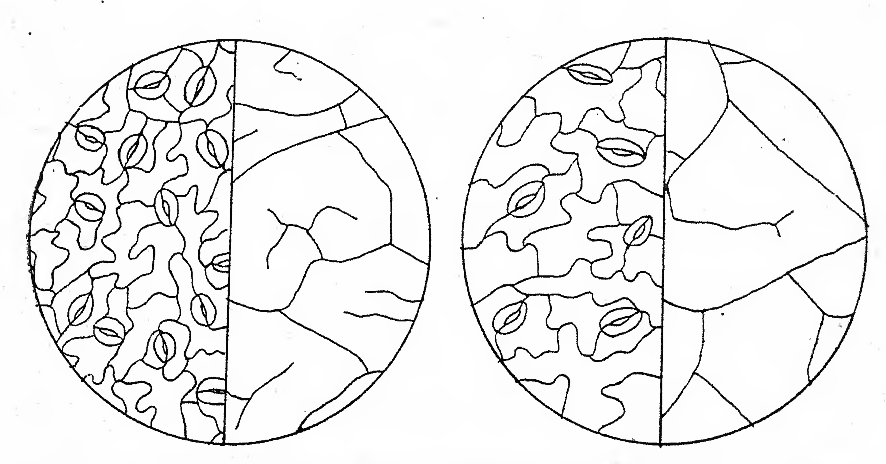


Abb. 2. Die Einwirkung übermäßiger Luftfeuchtigkeit auf den Bau der Blätter von *Phaseolus vulgaris*. Links = Blatt der in feuchter Luft, rechts = dasjenige der in trockener Luft gezogenen Pflanze.

Wie ich bereits bei der Beschreibung der Methode angeführt habe, wurden die Pflanzen zu diesem Zweck aus dem Gewächshaus in das Laboratorium gebracht, in welchem die Versuche im Laufe von 2—3 Tagen angestellt wurden, erst bei zerstreutem Tageslicht („im Schatten"), nachher bei elektrischem Licht einer 1000-Watt-Lampe.

Einige Versuche über die Transpiration wurden auch in direktem Sonnenlicht angestellt, wobei als Objekt *Helianthus annuus* diente. Bei den Versuchen im Sonnenlicht wurde das Wägen jede halbe Stunde vorgenommen, bei denen im elektrischen Licht und im Schatten alle 1—2 Stunden. Die in Tabelle VII angeführten Daten sind die Durchschnittszahlen einiger Bestimmungen.

Wie aus der Tabelle ersichtlich, transpirierten alle „feuchten" Pflanzen im Schatten und bei elektrischem Licht stärker als die „trockenen" Pflanzen.

Tabelle VII.

Pflanze	Versuchs-bedingungen	Psychro-meter Ab-lesungen	Relative Luft-feuchtig-keit	Transpiration in mg auf 1 qcm der Blatt-oberfläche		
				feucht	trocken	Ver-hältnis
Helianthus annuus . .	Schatten	19.0 : 14.0	54	2.20	1.88	85
	Elektr. Licht	20.6 : 15.8	58	7.98	5.04	63
	Sonne	22.8 : 16.0	46	10.72	11.75	110
Soja hispida	Elektr. Licht	16.2 : 13.0	67	8.82	7.19	81
Amaranthus retroflexus .	Schatten	25.6 : 20.0	57	2.91	1.70	70
	Elektr. Licht	26.6 : 21.0	58	7.19	4.41	61
Phaseolus vulgaris . . .	Elektr. Licht	17.6 : 13.3	58	5.63	4.45	79

Wodurch ist nun die stärkere Transpiration der „feuchten" Pflanzen im Vergleich zu den „trockenen" Pflanzen zu erklären? Bei zerstreutem Tageslicht oder bei elektrischer Beleuchtung war die Transpiration der „feuchten" Pflanzen intensiver, weil ihre Zellen wasserreicher waren. Die Arbeiten von KNIGHT (15) und BRENNER (14 u. 16) zeigen uns, daß tatsächlich infolge größeren Wassergehalts der Pflanzen auch die Transpiration verstärkt wird.

Die Ursache der verschiedenen Transpirationsfähigkeit der „trockenen" und „feuchten" Pflanzen ist auch in der Entwicklung der Kutikula zu suchen. RUDOLPH (17) weist darauf hin, daß die Kutikula der Schattenblätter meistenteils durchlässiger ist als diejenige der Lichtblätter, daß die Kutikula der vor den Versuchen etwas verwelkten Blätter langsamer Säure durchläßt als diejenige wasserreicher Blätter. Folglich ist anzunehmen, daß auch in meinen Versuchen die stärkere Transpiration der „feuchten" Pflanzen durch schwächere Entwicklung der Kutikula und größeren Wassergehalt derselben bedingt war.

Es ist auch nicht ausgeschlossen, daß die Spaltöffnungen der „feuchten" Pflanzen, die während des Verbleibens der Pflanzen im „feuchten" Kasten beständig geöffnet waren, auch nach dem Hinübertragen der Pflanzen ins Laboratorium noch in diesem Zustande verblieben, d. h., daß sie die Fähigkeit der Bewegung verloren hatten. Hierfür sprechen meine gelegentlichen Beobachtungen über den Zustand der Spaltöffnungen nach den Versuchen an fixiertem Material.

Die Spaltöffnungen der Blätter der „feuchten" Pflanzen waren weit geöffnet, was sehr deutlich bei *Amaranthus retroflexus* zu beobachten war, während dieselben bei den „trockenen Pflanzen" geschlossen waren.

Ein solches Verhältnis der Transpiration der „trockenen" Pflanzen zu derjenigen der „feuchten" Pflanzen ist jedoch nur bei schwacher Intensität der äußeren Faktoren zu beobachten; bei verstärkter Einwirkung derselben ergibt sich ein anderes Bild. In direktem Sonnenlicht auf der Glasveranda war die Transpiration der „trockenen" und der „feuchten" *Helianthus annuus* erhöht: bei den ersteren um sechsmal im Vergleich zu der Transpiration im „Schatten" am selben Tage, bei den „feuchten" um fünfmal. Hieraus ergibt sich, daß, während die Transpiration der „trockenen" Pflanzen im „Schatten" 85% der Transpiration der „feuchten" Pflanzen ausmacht, dieselbe in der Sonne bereits 110% beträgt.

Nach Hinübertragen der Pflanzen in die Sonne sehen wir eine Regulierung der Transpiration in Form „beginnenden Eintrocknens" (incipient drying) nach LIVINGSTON (18): infolge verstärkter Transpiration verliert die Zellhaut an Wasser, die Tension des Wasserdampfes in den Intercellularen wird geringer und zugleich auch die Transpiration schwächer.

Zum Schluß meiner Arbeit muß ich noch hervorheben, daß die Vermutungen, die ich zur Erklärung des Verlaufes der Transpiration der „trockenen" und „feuchten" Pflanzen angeführt habe, noch experimenteller Begründung bedürfen. Die Bestimmung des Wassergehaltes der Blätter, die Untersuchung der Kutikula und der Spaltöffnungen wird die Aufgabe noch auszuführender Untersuchungen sein.

Die Resultate meiner Untersuchungen fasse ich in folgende Schlußfolgerungen zusammen:

Schlußfolgerungen.

1. Das Trockengewicht der in feuchter Luft gezogenen Pflanzen ist größer als dasjenige der in trockener Luft gezogenen Pflanzen. Der wichtigste Grund hierfür ist meiner Meinung nach der größere Wassergehalt, welcher intensivere Leistung des Assimilationsapparates und besseres Wachstum der Zellen bedingt. Auch das Schließen der Spaltöffnungen in trockener Luft kann von Bedeutung sein.
2. Der Wasserverbrauch der Pflanzen in trockener Luft war infolge des größeren Feuchtigkeitsdefizites der Luft größer als in feuchter Luft.
3. In bezug auf den Grad der Verringerung des Trockengewichtes im „trockenen" Kasten sind *Helianthus annuus* und *Soja hispida* widerstandsfähiger gegen die Lufttrockenheit als *Amaranthus retroflexus*, *Xanthium strumarium* und *Phaseolus vulgaris*.

4. Die Produktivität der Transpiration ist bei allen Pflanzen in trockener Luft geringer als in feuchter. Diese Verringerung der Produktivität wird jedoch bei verschiedenen Pflanzen durch verschiedenartige Ursachen hervorgerufen, und zwar bei *Helianthus annuus* und *Soja hispida* ist dieselbe mit starker Verminderung des Wasserverbrauches verbunden, bei *Amaranthus retroflexus*, *Xanthium strumarium* und *Phaseolus vulgaris* dagegen mit starker Verringerung des Trockengewichtes.
5. Entsprechend dem stärkeren Wasserverbrauch zeigen die Pflanzen der trockenen Luft gut entwickeltes Wurzel- und Leitungssystem.
6. Die Blätter der in trockener Luft gezogenen Pflanzen sind auch durch mehr xeromorphe Struktur gekennzeichnet, d. h. durch kleinere Zellen, größere Anzahl von Spaltöffnungen auf der Flächeneinheit und durch dichteres Netz der Nervatur.
7. In feuchter Luft gezogene Pflanzen, die mit den Pflanzen trockener Luft den gleichen äußeren Bedingungen ausgesetzt sind, transpirieren bei schwacher Einwirkung äußerer Faktoren stärker als die in trockener Luft gezogenen Pflanzen. Den wichtigsten Grund hierfür muß man in der stärkeren Sättigung ihrer Blätter mit Wasser und in der größeren Durchlässigkeit ihrer Kutikula suchen. Bei stärkerer Spannung äußerer Faktoren bleiben die in feuchter Luft gezogenen Pflanzen hinsichtlich der Transpiration hinter den in trockener Luft gezogenen Pflanzen zurück.

Vorstehende Arbeit ist im Laboratorium für experimentelle Ökologie des Botanischen Gartens zu Leningrad unter der Leitung von Prof. N. A. MAXIMOW ausgeführt.

Zitierte Literatur:

1. MAXIMOW, N. und LEBEDINCEV, ELISABETH. 1923. Über den Einfluß von Beleuchtungsverhältnissen auf die Entwicklung des Wurzelsystems. Ber. d. Bot. Ges. B. XLI. 292—297.
2. VESQUE, J. et VIET, Ch. 1881. De l'influence du milieu sur la structure anatomique des vegetaux. Ann. des Sc. nat. Ser. VI. T. XII. 167—176.
3. WOLLNY, E. 1898. Untersuchungen über den Einfluß der Luftfeuchtigkeit auf das Wachstum der Pflanzen. Diss.
4. EBERHARDT, P. H. 1903. Influence de l'air sec et de l'air humide sur la forme et sur la structure des vegetaux. Ann. d. Sc. nat., 8. Ser. B. 18. 61—152.
5. KISSELBACH, T. A. 1916. Transpiration as a factor in crop production. Agric. Exper. Stat. of Nebrasca. Research Bull. No. 6, 216 pp.

6. MUENSCHER, W. G. 1922. The effect of transpiration on the absorption of salts by plants. Amer. Journ. of Bot. 9. 311—329.

7. BRIGGS, L. J. and SHANTZ, H. L. 1912. The relative wilting coefficients for different plants. Bot. Gaz. 53. 229—235.

8. BRILLIANT, B. 1924. La teneur en eau dans les feuilles et l'énergie assimilatrice. Comp. Rend. Acad. Paris 178. 2122 - 2124.

9. MAXIMOW, N. u. ALEXANDROV, W. 1917. Productivität der Transpiration und Dürreresistenz. Trav. d. Jard. Bot. de Tiflis, livr. 19. 139—194 (russ.).

10. MAXIMOW, N. 1926. The Physiological Basis of Drougth-Resistance of Plants. Bull. of Applied Bot. and New-Cultures, suppl. 26. 1—436 (russ. mit engl. Zusammenfassung).

11. ZALENSKI, W. 1904. Materialien zur quantitativen Anatomie verschiedener Blätter ein und derselben Pflanzen. Mitt. d. Polyt. Inst. Kiew. IV, 1—112 (russ.).

12. SORAUER, P. 1878. Ueber den Einfluß der Luftfeuchtigkeit. Bot. Zeit. 36. 1—13, 17—25.

13. KOHL, F. G. 1886. Die Transpiration der Pflanzen und ihre Einwirkung auf die Ausbildung pflanzlicher Gewebe. Braunschweig. 124 ff.

14. BRENNER, W. 1900. Untersuchungen an einigen Fettpflanzen. Flora 87. 387—439.

15. KNIGHT, R. C. 1917. The interrelations of stomatal aperture, leaf water content and transpiration rate. Ann. of Bot. 31.

16. BRENNER, W. 1902. Klima und Blatt bei der Gattung Quercus. Flora 90. 114—160.

17. RUDOLPH, K. 1925. Epidermis und epidermale Transpiration. Bot. Arch. 9. 49 - 94.

18. LIVINGSTON, W. E. and BROWN, W. H. 1912. Relation of the daily march of transpiration to variations in the water content of foliage leaves. Bot. Gaz. 53. 309.

---

12. P. Baranov: Zur Morphologie und Embryologie der Weinrebe.

I. Zwittrige und typische weibliche Blüte.

(Mit Tafel I und 1 Abbildung im Text.)

(Eingegangen am 1. Januar 1927. Vorgetragen in der Januarsitzung.)

Es ist allgemein bekannt, daß verschiedene Arten und Sorten der Weinrebe in geschlechtlicher Hinsicht verschieden gebaute Blüten besitzen.

Die meisten der wilden Weinrebenarten sind ihrem Wesen nach diöcische Pflanzen; so haben bestimmte Exemplare einer gegebenen Art ausschließlich funktionell männliche Blüten mit normal entwickelten Staubfäden und rudimentärem Gynoeceum, während andere Exemplare derselben Art ausschließlich funktionell weibliche Blüten mit normalem Gynoeceum und unentwickelten Staubfäden (mit kurzem, abwärtsgebogenem Filament und sterilem Pollen in den Antheren) besitzen.

Die meisten kultivierten Weinrebensorten gehören entweder zu den eben beschriebenen Sorten mit funktionell weiblichen Blüten (sogen. „weibliche Sorten“) oder zu Sorten mit zwittrigen Blüten, bei welchen sowohl die Staubfäden als auch das Gynoeceum gut entwickelt sind („zwittrige Sorten“). Doch muß nicht gedacht werden, daß eine ideelle zwittrige Blüte eine Errungenschaft der Kultur ist; es gibt auch wilde Weinreben, die zwittrige Blüten besitzen.

Die Mannigfaltigkeit im Blütenbau der Weinrebe kann gegenwärtig durch folgendes Schema illustriert werden:

1. Morphologisch und funktionell männliche Blüten[1].
2. Morphologisch zwittrige Blüten < a. funktionell zwittrige, b. funktionell weibliche.

In diesem Schema bleibt nur die dritte Kategorie des Blütentypus nicht vertreten, nämlich eine morphologisch und funktionell weibliche Blüte, d. h. mit voller Abwesenheit von Staubfäden, so wie diese Kategorie bei Vertretern anderer Familien vorkommt.

1) Eine spezielle Untersuchung der Entwicklungsgeschichte der männlichen Weinrebenblüte, die wir nächstens auszuführen gedenken, kann zur Veränderung des oben aufgestellten Schemas führen.

So viel mir bekannt ist, findet man in der ampelographischen Literatur nirgends einen Hinweis darauf, daß irgendwo eine solche Blüte mit voller Abwesenheit von Staubfäden auf allen Entwicklungsstufen beobachtet wurde. In der bekannten Ampelographie von VIALA[1]) findet man zwar eine Abbildung einer abnormen Weinrebenblüte mit stark reduzierten Staubfäden, aber dennoch sind hier die letzten vorhanden, und folglich ist die Blüte morphologisch zwittrig. Obwohl VIALA das ganze bis zu 1910 vorhandene Literaturmaterial über die Morphologie der Weinrebenblüte gewissenhaft durchgearbeitet hat, fehlt doch in seinem Buch irgendein Hinweis auf eine ideal weibliche Weinrebenblüte. Auch die neueste Literatur bringt in dieser Beziehung nichts neues.

Beim Besuch der Weinberge der Irrigations-Versuchsstation in Ak-Kawak (bei Taschkent) im Mai 1926 machte mich der wissenschaftliche Mitarbeiter dieser Station, M. A. TUPIKOW, auf die von ihm bemerkten merkwürdigen Blütenstände an einigen Stöcken der Sorte Mourvèdre aufmerksam. Schon bei der ersten Durchmusterung dieser Blütenstände stellte es sich heraus, daß diese auf den ersten Blick so merkwürdigen Gebilde nichts anderes als ideal weibliche Blüten der Weinrebe vorstellten. Ein eingehendes Studium im Laboratorium bestätigte unsere erste Vermutung, daß wir es hier mit einer weiblichen Blüte zu tun haben, es stellte sich heraus, daß in keinem Entwicklungsstadium dieser Blüten auch nur Spuren der Staubfäden vorhanden sind; bei genauer Untersuchung wurde eine Reihe von interessanten morphologischen Momenten in diesen Blüten entdeckt. Die Weinrebensorte „Mourvèdre“ ist eine in den Weinbergen von Ak-Kawak stark verbreitete, sonst zwittrige Sorte und nimmt hier eine ziemlich große Fläche ein.

Bei 9 Stöcken beobachteten wir einen abweichenden Blütenbau im Sinne der Produktion von weiblichen Blüten.

Eine Analyse dieser Stöcke erlaubte uns festzustellen: 1. daß dieselben sich durch nichts als nur durch die Blüte von ihren zwittrigen Nachbaren unterschieden und 2. daß die Bildung von weiblichen Blüten stets am ganzen Stock vor sich ging. Es wurde kein einziger zwittriger Blütenstand unter den vielen Blütenständen an diesen Stöcken vorgefunden, auch konnten wir keine einzige zwittrige Blüte in irgendeinem Blütenstand feststellen. Man kann also annehmen, daß diese 9 Stöcke zu einer ideal weiblichen Rasse

1) Ampélographie. Publiée sous la direction de P. VIALA. 1910. Paris, T. I., p. 131.

der Sorte „Mourvèdre“ gehörten. Alle Blüten waren ihrem Typus nach identisch, und die Zahl solcher Blüten erstreckte sich in die Zehntausende. Diese Stöcke fingen gleichzeitig mit den zwittrigen Stöcken in der zweiten Maihälfte zu blühen an; die Blüte der Nebenblütenstände zog sich bis Ende August hin, was auch bei zwittrigen Stöcken der Fall war. Da uns solch interessantes Material in bedeutenden Mengen zur Verfügung stand, so begnügten wir uns nicht nur mit der Feststellung der bloßen Tatsache der Bildung von typischen weiblichen Blüten bei der Weinrebe, sondern unterwarfen diese Erscheinung einer ausführlichen morphologischen und embryologischen Untersuchung. Die Blüten wurden auf verschiedenen Entwicklungsstufen (von jungen Knospen an) gesammelt und im CARNOYschen Gemisch (3 Teile Alkohol und 1 Teil Eisessig) fixiert. Die Präparate wurden entsprechend den Anforderungen der mikroskopischen Technik angefertigt. Das CARNOYsche Gemisch konnte zwar für morphologische und embryologische Untersuchungen angewandt werden, doch erwies es sich für die Lösung von zytologischen und karyologischen Fragen als gänzlich unpassend.

Außer den typischen weiblichen Blüten sammelten und fixierten wir für morphologische und embryologische Zwecke zwittrige Blüten der Sorte Mourvèdre. Zuerst wollen wir von den Resultaten der Untersuchung der zwittrigen Blüte der Mourvèdre-Sorte berichten und dann zum speziellen Teil unserer Arbeit, welcher die weibliche Blüte der Mourvèdre-Sorte behandelt, übergehen. Wir hoffen, daß durch eine solche Betrachtungsweise die Unterschiede in der Morphologie der weiblichen Blüte der Mourvèdre-Sorte stärker hervorgehoben werden.

Die zwittrige Mourvèdre-Blüte.

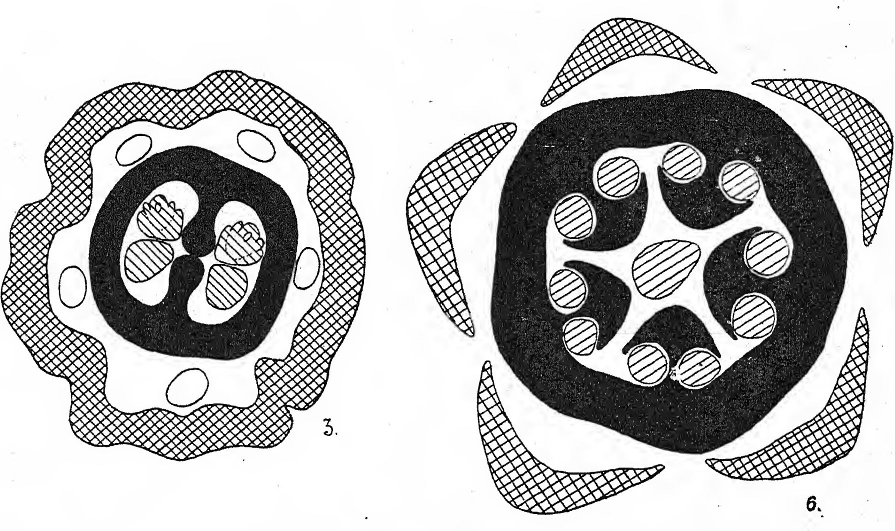
Die zwittrige Mourvèdre-Blüte unterscheidet sich nicht wesentlich von der überwiegenden Mehrzahl der zwittrigen Kultursorten der Weinrebe. Wie gewöhnlich öffnet sich die Blüte infolge des Abfallens der miteinander verwachsenen Kronblätter, die eine Haube bilden; solch eine Haube ist ein charakteristisches Gattungsmerkmal für *Vitis* (Taf. I, Fig. 1). In der geöffneten Blüte kann man 5—6 Staubfäden mit ziemlich langen Filamenten wahrnehmen; weiter nach innen liegt das Gynoeceum mit ziemlich langem Griffel, einer etwas ausgebreiteten Narbe und einem in der Richtung der Längsaxe etwas ausgezogenen Fruchtknoten; zwischen den Staubfäden an der Basis des Fruchtknotens sieht man gelblichgrüne Nektarien (Taf. I, Fig. 2).

Wenn wir uns zu den Mikrotomschnitten wenden, so sehen wir an Querschnitten ein Bild, welches in der schematischen Zeichnung (Textabb., Fig. 3) dargestellt ist. Hier haben wir ein Bild einer noch nicht geöffneten Blüte im Stadium der Synapsis in der Makrosporenmutterzelle. Um Platz zu sparen, bringen wir hier keine Abbildung eines Längsschnittes der Blüte, wir finden, daß die Fig. 1 und 2 eine genügende Vorstellung von der Blüte geben.

Wir wollen erstens unsere Aufmerksamkeit auf die Haube richten. An der Spitze der Haube, wo die Kronblätter zusammenlaufen, ist das Gewebe sehr locker, die unteren Zellen scheinen abzufallen. Auf älteren Stadien, kurz vor dem Abfallen, ist die Basis der Haube mit dem Blütenboden sehr lose verbunden. Auf den Querschnitten ist die Stelle, an der die Kronblätter miteinander verwachsen sind, schwer festzustellen, vielleicht werden diese Stellen nur durch etwas tiefere Furchen, als sie auf den Kronblättern selbst vorkommen, gekennzeichnet; auch verläuft in der Mitte eines jeden Kronblattes ein Gefäßbündel, der auf eine Differenzierung der Elemente der Haube hinweist.

Am unteren Blütenteil befindet sich gewöhnlich ein fünf- bis sechszähniger Kelch aus sehr kleinen, an der Basis verwachsenen Kelchblättern; bei der erwachsenen Blüte sieht der Kelch wie ein schmaler hängender Reif aus, der den Blütenboden umgibt und in dem einzelne reduzierte Kelchblätter kaum angedeutet sind. Zwischen der Basis der Haube und dem Kelch befindet sich ein kleiner Wulst, der gewöhnlich als unterer Kreis der Nektarien angesehen wird. Unsere Beobachtungen vor und nach dem Abfallen der Haube zeigen, daß dieser Wulst eine gewisse Rolle im Prozeß der Ablösung der Haube vom Blütenboden zu spielen scheint; das Gewebe dieser Ausstülpung wächst in der Richtung der ursprünglichen Nektarien, und es hat den Anschein, als ob die Haube an ihrer Basis durch das wachsende Gewebe abgedrückt würde. Außerdem erfährt die Haube zu dieser Zeit in ihrer oberen Partie einen Druck durch die sich entfaltenden Staubfäden. Bei einer Blüte mit abgeworfener Haube kann man feststellen, daß der untere Wulst unmittelbar der Basis der ursprünglichen Honigblätter anliegt. Durch die vereinigte Einwirkung der sich entfaltenden Staubfäden (auf den Mechanismus dieser Erscheinung kommen wir noch bei der Beschreibung der Staubfäden zu sprechen) und des wachsenden Wulstes wird, wie man annehmen muß, der interessante Vorgang des Abgleitens der Haube ausgelöst; ein solcher Vorgang wird fast nirgends bei anderen Pflanzen außer bei der Weinrebe beobachtet.

Wenden wir uns nun zum Fruchtknoten. Auf dem Querschnitt kann man feststellen, daß der Fruchtknoten zweifächerig ist, in jedem Fach kann man zwei Samenanlagen beobachten. Die Scheidewand, welche den Fruchtknoten in zwei Fächer teilt, wird durch zwei Auswüchse der Fruchtknotenwand, die in der Richtung gegeneinanderwachsen, gebildet. Mit ihren im Querschnitt abgerundeten



Textabbildung.

Fig. 3. Zwittrige Rasse der Mourvèdre. Querschnitt durch eine Knospe (schematisch). Vergr. 36.

Fig. 6. Weibliche Rasse der Mourvèdre. Querschnitt durch eine Blüte; man sieht Kronblätter und den Fruchtknoten (schematisch). Vergr. 36.

(In den schematischen Figuren 3 und 6 sind mit gekreuzten Strichen die Kronblätter bezeichnet, schwarz sind die Fruchtknotenwände angegeben, mit parallelen Linien sind die Samenanlagen vermerkt; in Fig. 3 sind die Staubfäden als Kreise eingezeichnet.)

Enden legen sich diese Auswüchse mehr oder weniger dicht aneinander, doch verwachsen sie nicht, und es entsteht daher keine vollständige Trennung der Fächer des Fruchtknotens. Das ist auch auf dem Längsschnitt zu sehen. Hier ist in der Mitte des Fruchtknotens eine Art von Spalte zu sehen. Die Samenanlagen sind an der Basis der Fächer befestigt, und ihre Mikropylen sind nach unten gerichtet, d. h. die Samenanlagen sind anatrop. Die Samenanlage hat zwei Integumente, ein äußeres und ein inneres. Das innere Integument ist stärker entwickelt, hier

liegt die Mikropyle. Der Embryosack liegt ziemlich tief im Nucellus und nimmt ein großes, stark verlängertes Lumen ein. Der Embryosack ist nach dem Typus gebaut, der für die meisten untersuchten Angiospermen charakteristisch ist: der Eiapparat besteht aus einer Eizelle und zwei Synergiden, einem sekundären Kern (vor der Verschmelzung zwei polare Kerne) und aus drei Antipoden, d. h. der Embryosack ist aus acht Kernen entstanden. Weitere Einzelheiten im Bau des Embryosackes und einiges über seine Entwicklungsgeschichte werden wir bei der Besprechung der weiblichen Blüte bringen.

Im ziemlich langen Griffel sind neben sehr kleinen Gewebezellen auch ausgewachsene große Zellen vorhanden; man kann sie zunächst mit großen Intercellularräumen verwechseln, doch das Vorfinden von Kernen in diesen Gebilden deckt ihre wahre Natur auf. Ebensolche großlumigen Zellen können wir auch im Gewebe der Kelchblätter feststellen.

Die Narbe ist aus kolben- oder stäbchenähnlichen Zellen aufgebaut, die locker miteinander verbunden sind. An der Basis des Fruchtknotens befindet sich, wie das schon oben bemerkt wurde, ein Kreis von großen Nektarien. Das Gewebe der Nektarien ist aus ebensolchen Zellen aufgebaut wie das Gewebe der Fruchtknotenwand; das Gewebe der Nektarien unterscheidet sich von dem des Fruchtknotens nur durch den dichteren Inhalt seiner Zellen.

Wenn die Gefäßbündel aus dem Blütenstiel herauskommen, nähern sie sich einander und gelangen durch die oben beschriebenen abgerundeten Teile der die Fächer des Fruchtknotens bildenden Wand in den Griffel. Von diesen Gefäßsträngen gehen seitliche Zweige vom Gefäßbündel nacheinander in die Kelchblätter, Kronblätter und in die Fruchtknotenwand (in ihrem weiteren Verlauf vereinigen sich diese wieder an der Basis des Griffels mit dem ursprünglichen Gefäßbündelstrang) und schließlich in die Samenanlagen ab.

Wir müssen nun noch einige Worte über die Staubfäden sagen. Die Epidermis des Filaments, ebenso wie auch das ganze Gewebe desselben, besteht aus stark verlängerten Zellen. Im mittleren Teil des Filaments verläuft ein ziemlich dickes Leitbündel. Im oberen Teil bildet das Filament eine hakenähnliche Krümmung, an der die Anthere befestigt ist. Nähert sich der Moment der Blütenreife, so biegt sich dieser Haken des Filaments aus (es scheint, daß das Filament außerdem etwas verlängert wird), die Antheren stoßen auf die Haubenwand und drücken auf dieselbe.

Dieser Vorgang fördert ohne Zweifel das Abgleiten der Haube. Außerdem erfolgt infolge der Ausbiegung des Filaments eine Drehung der Antheren um 180°. Das Gesagte wird durch Fig. 1 und 2, Taf. I, genügend gut illustriert. Auf den Antherenschnitten sehen wir deutlich eine dicke einschichtige Wand und die Reste der früheren Tapetenzellen, die in der reifen Anthere als eine dünne Schicht die Antherenwand bekleiden.

Damit wäre eine morphologische Beschreibung der Weinrebenblüte gegeben. Wir haben uns ziemlich ausführlich mit diesem Teil unseres Themas beschäftigt, weil die Weinrebenliteratur an ausführlichen Beschreibungen der Weinrebenblüten ziemlich arm ist.

Die weibliche Mourvèdre-Blüte.

Zuerst möchte ich einige Worte über den äußeren morphologischen Habitus der Blüte sagen. Schon verhältnismäßig junge Blüten unterscheiden sich scharf von jungen zwittrigen Blüten; bei jenen Blüten sind die Kronblätter voneinander getrennt, und dieser Umstand führt dazu, daß hier die Kronblätter sich nach der für die Mehrzahl der Phanerogamen gewöhnlichen Weise entfalten (Taf. I, Fig. 4, 5). Im Gegensatz zur zwittrigen Blüte bleiben die Kronblätter der weiblichen Blüte sowohl während der Blüte als auch während der Beerenentwicklung am Blütenboden befestigt. Ferner muß in der weiblichen Blüte ein großer Fruchtknoten und eine große, festsitzende Narbe hervorgehoben werden. Betrachten wir die Narbe mit bloßem Auge, so können wir schon in ihrem Zentrum eine Öffnung wahrnehmen, die unmittelbar in die Fruchtknotenhöhle führt. Obwohl wir sehr zahlreiches Material durchgemustert haben, konnten wir keine Staubfäden konstatieren; weder normal entwickelte noch rudimentäre waren auf irgend einem Entwicklungsstadium der Blüte zu entdecken. Im Gegensatz zu den zwittrigen Blüten fallen die Nektarien an der Basis des Fruchtknotens gar nicht auf, ihre Anwesenheit konnte nur beim Mikroskopieren festgestellt werden.

Wenden wir uns nun zu den Quer- und Längsschnitten durch die Blüte, die mit Hilfe eines Mikrotoms angefertigt worden sind (Textabb., Fig. 6; Taf. I, Fig. 7). Wir finden hier nichts, was uns auch nur entfernt an die bekannten Bilder des Baues einer zwittrigen Blüte erinnert.

Zuerst wollen wir die Querschnitte vergleichen. Es fällt gleich auf, daß im Fall der weiblichen Blüte eine viel größere Zahl von Samenanlagen vorhanden ist; wir können hier 10 bis 14 Samenanlagen aufzählen statt der gewöhnlichen Zahl vier, die

bei fast allen Weinrebensorten vorhanden ist. Es werden meistens 5—6, sehr selten 4 Fächer im Fruchtknoten angedeutet, doch vereinigen sich die Scheidewände nicht miteinander, und es bleibt im Zentrum des Fruchtknotens ein freier Platz übrig; dieser Platz wird gewöhnlich ebenso wie die Fächer ausgenützt, und es werden hier Samenanlagen angelegt (Textabb., Fig. 6). Die Figuren 3 und 6 sind im gleichen Maßstab verfertigt, und wir sehen, wie weit der Durchmesser der weiblichen Blüte den der zwittrigen übertrifft. An denselben Abbildungen können wir den Unterschied im Bau der Kronblätter hervorheben, in Fig. 3 sehen wir einen äußeren Kreis, der aus zusammengewachsenen Kronblättern besteht, in Fig. 6 besteht dieser äußere Kreis aus gänzlich gesonderten Kronblättern.

Auf dem Längsschnitt (Taf. I, Fig. 7) ist ein noch interessanteres Bild zu sehen. Die größte Aufmerksamkeit beansprucht hier die zentrale Fruchtknotenhöhle. Wenn in den peripheren Fächern eine gewisse für die Weinrebe charakteristische Eigentümlichkeit der Anheftung der Samenanlagen an der Placenta an der Basis des Faches hervorgehoben werden kann, so ist dies in der zentralen Fruchtknotenhöhle nicht der Fall. Die Placenta kann eine Samenanlage an einer beliebigen Stelle hervorbringen, und wir sehen in der Abbildung zwei sich entwickelnde Samenanlagen in der zentralen Fruchtknotenhöhle; die eine entwickelt sich im basalen Teil der Fruchtknotenhöhle, die andere im oberen Teil derselben. Was auf den Längsschnitten besonders interessant ist, ist der Bau der Narbe und des Gynoeceums. Fast in allen von uns untersuchten Blüten fanden wir im Griffel einen Kanal, der in die zentrale Fruchtknotenhöhle führte. Das Gewebe der Narbe und des Griffels ist sehr locker gebaut, und es scheint, daß infolge der großen Zahl der sich im Fruchtknoten entwickelnden Samenanlagen auf dieses Gewebe ein Druck ausgeübt wird und deshalb eine Ausdehnung und ein Zerreißen des Fruchtknotens erfolgt. Das geschieht schon auf verhältnismäßig frühen Entwicklungsstadien der Blüte. Die weite Entwicklung der Blüte wird von einer zunehmenden Verbreiterung des Kanals begleitet, häufig kann man beobachten, daß die Samenanlagen, welche sich in den oberen Partien des zentralen Faches entwickeln, aus dieser Öffnung hinausragen (Taf. I, Fig. 8), d. h. wir haben hier einen eigentümlichen Fall einer Nacktsamigkeit bei Angiospermen. Außerdem kann hier im Zusammenhang mit Fig. 9, Taf. I, bemerkt werden, daß die Samenanlage sich gewissermaßen dem Kanal anzupassen vermag, aus einer anatropen in eine atrope übergehen und ihre Mikropyle unmittelbar nach außen herausstrecken kann.

Im Gewebe des Griffels kann man ebenso wie bei der zwittrigen Blüte die Anwesenheit von großen Zellen, die eine Art Höhlungen bilden (Taf. I, Fig. 8), konstatieren.

An der Basis des Fruchtknotens sieht man einen Kreis von Nektarien, die ebenso wie bei einer zwittrigen Blüte eingerichtet sind; doch zeichnen sie sich hier durch kleinere Dimensionen aus. Über die Kronblätter wurde oben schon genug gesagt; wir können uns hier darauf beschränken, daß wir auf die Anwesenheit von großen ausgewachsenen Zellen hinweisen. Den unteren Kreis der Blüte bilden die Kelchblätter, die hier besser ausgebildet sind als in der zwittrigen Blüte. Von einem Wulst zwischen dem Kelch und der Krone ist in der weiblichen Blüte nichts zu bemerken.

Im Zusammenhang mit der großen Zahl der sich entwickelnden Samenanlagen findet auch eine reichere Entwicklung der Leitbündel in der weiblichen Blüte statt. Eine Verzweigung der Leitbündel, wie dies bei der zwittrigen Blüte der Fall war, wo die verzweigten Bündel in der Richtung auf die Staubfäden (Filamente) verliefen, konnten wir hier nicht entdecken.

Wir wollen jetzt unsere Aufmerksamkeit der Samenanlage selbst zuwenden.

Die Entwicklungsgeschichte der Samenanlage und speziell des Embryosackes der Weinrebe dürfte nur wenigen bekannt sein. Wenn wir uns zu den Kompendien von SCHÜRHOFF wenden, die Angaben über die Embryologie einer sehr großen Anzahl von Pflanzen enthalten und eine der vollständigsten und neuesten (1924 und 1926) Zusammenstellungen auf diesem Gebiete darstellen, so fehlen hier irgendwelche Angaben über die Gattung *Vitis*[1]) ganz. Wenn man die spezielle Monographie von KROEMER[2]), die dem Bau der Weinrebe gewidmet ist, durchsieht, so findet man hier an der Stelle, wo vom Embryosack der Weinrebe die Rede ist, eine Abbildung aus dem Lehrbuch von STRASBURGER, die den Bau der Samenanlage von *Monotropa Hypopitys* vorstellt. Man gewinnt den Eindruck, daß die Entwicklungsgeschichte des Embryosackes der Weinrebe noch nicht bekannt ist. Doch ist dieser Eindruck nicht richtig, denn in der speziellen botanischen Literatur kann man eine Arbeit finden, die diese Frage behandelt,

1) SCHÜRHOFF, P. N., Die Haploidgeneration der Blütenpflanzen (Siphonogamen, Embryophyten). Botan. Jahrbücher, B. 59, H. 2, 1924. Derselbe, Die Zytologie der Blütenpflanzen. Stuttg. 1926.

2) KROEMER, K., Die Rebe. Ihr Bau und ihr Leben. Berlin 1923. Aus d. „Handbuch d. Weinbaues und d. Kellerwirtsch.“ von BABO und MACH.

nämlich eine Arbeit von BERLESE[1]), die in der wenig verbreiteten Zeitschrift „Malpighia“ in italienischer Sprache 1892 erschienen ist. Obwohl die Arbeit vor sehr langer Zeit erschienen ist und die Zeichnungen daher begreiflicherweise nicht sehr vollkommen sind, gibt sie doch eine ziemlich richtige Vorstellung der wichtigsten Momente aus der Embryologie der Weinrebe. Wir müssen alle diese Momente in bezug auf den Embryosack der Weinrebe hervorheben, aber trotzdem erlaube ich mir, in meiner Arbeit eine neue Zeichnung des Embryosackes der Weinrebe zu bringen, und will hier eine mehr oder weniger ausführliche Beschreibung seiner Entwicklung geben.

Wie schon oben erwähnt, haben die Samenanlagen der zwittrigen und die der weiblichen Mourvèdre-Blüte im wesentlichen denselben Entwicklungsgang. Deshalb paßt unsere Beschreibung zu beiden Blütentypen. Der Hauptunterschied zwischen den Blüten besteht in der Art der Befestigung der Samenanlage an der Placenta und in der Möglichkeit einer Umwandlung der anatropen Samenanlage in eine atrope, wie das schon oben erwähnt wurde.

Der Embryosack fängt nicht sehr früh an, sich zu entwickeln, und in Knospen, die kurz vor der Entfaltung stehen, finden wir Embryosäcke, die ihre Bildung nicht abgeschlossen haben. Der Zeitpunkt der Anlage des Embryosackes und der Beginn der Ausbildung desselben treten bei der zwittrigen Mourvèdre-Blüte schärfer hervor. Bei dieser fängt die Reduktionsteilung in der archesporialen Zelle zu der Zeit an, wo der Pollen schon endgültig ausgebildet und in Tetraden zerlegt ist. Die archesporiale Zelle wird ziemlich tief im Nucellus angelegt und ist von der Spitze desselben durch 5—6 Zellenreihen abgesondert. In dieser Zelle spielt sich die Reduktionsteilung des Kernes ab, die zur Bildung von zwei Tochterzellen führt. (Wie schon oben hervorgehoben wurde, gibt die Fixierung mit dem CARNOYschen Gemisch keine guten Resultate; deshalb ziehen wir es vor, das karyologische Material hier nicht zu beschreiben, und beschränken uns auf den Hinweis, daß hier die Reduktionsteilung stattfindet. Dasselbe muß auch über die Chromosomen gesagt werden; wir konnten gar keine Einzelheiten ihrer Struktur wahrnehmen und müssen nur darauf hinweisen, daß sie sehr klein und von einander fast nicht zu unterscheiden sind und daß ihre Zahl in der diploiden Phase groß ist.) Gewöhnlich teilen sich diese

---

1) BERLESE, A. N., Studi sulla forma, struttura e sviluppo del semenella Ampelidee. Malpighia 1892.

zwei Tochterkerne noch einmal und geben vier Makrosporen. Die untere der vier Makrosporen keimt und zerstört infolge ihres Wachstumes sowohl die oben liegenden Makrosporen als auch die sie umgebende Zellen des Nucellus. In allen diesen Zellen ist ein deformierter verlängerter Kern, der sich durch Hämatoxylin schwarz färbt, zu sehen. Der Kern der sich entwickelnden Makrospore macht nacheinander drei Mitosen durch, was die Bildung von acht Kernen in einem Lumen zur Folge hat; diese Kerne kommen in zwei Tetraden an beide Pole der gigantischen Zelle, des Embryosackes, zu liegen. Rings um drei Kerne einer jeden Tetrade werden infolge der Bildung von Zellwänden Plasmapartien von dem Gesamtplasma abgeschnitten, und auf diese Weise entstehen Zellen. Zwei Kerne, die übrig geblieben sind, bleiben frei, begeben sich zueinander, legen sich ungefähr im Zentrum des Embryosackes aneinander und verschmelzen nach einiger Zeit. Die drei Zellen des mikropylaren Endes des Embryosackes nehmen allmählich das typische Aussehen eines Eiapparates an: zwei Synergiden, die an ihren vor dem Kern liegenden Vakuolen zu erkennen sind, und die Eizelle mit einer Vakuole hinter dem Kern. Die drei Zellen des chalazalen Endes sind typische Antipoden; sie sind in der Mourvèdre-Blüte ziemlich groß und existieren längere Zeit, ohne zerstört zu werden. Mit zunehmendem Alter enthält der Embryosack immer weniger und weniger Plasma, und statt des Plasmas wachsen die Vakuolen immer mehr heran. Dies ist das typische Bild des Embryosackes sowohl in der weiblichen als auch in der zwittrigen Mourvèdre-Blüte. Ein solches Bild ist in Fig. 9, Taf. I, dargestellt. Was die Integumente anbetrifft, so muß dasselbe gesagt werden wie früher: es gibt hier zwei Integumente, wobei das äußere Integument weniger stark entwickelt ist als das innere.

Es gibt auch Abweichungen von diesem Bilde. So liegen zuweilen über dem Embryosack nicht drei absterbende Makrosporenzellen, sondern zwei. Wahrscheinlich teilte sich von den beiden Tochterzellen nur die eine, untere, und die obere begann abzusterben, ohne in eine Teilung einzugehen. Diese Erscheinung kam sowohl in weiblichen als auch in zwittrigen Mourvèdre-Blüten vor. Bei der weiblichen Mourvèdre-Blüte kann noch eine Abweichung hervorgehoben werden: statt typischer Antipoden, dreier Zellen, trifft man zuweilen nur drei antipodiale Kerne, die sich niemals in Antipoden verwandeln, und die schließlich zu Grunde gehen.

Aus dem Gesagten scheint hervorzugehen, daß in weiblichen Blüten ein ganz normaler Embryosack vorliegt, und man kann

annehmen, daß nach der Bestäubung einer solchen Blüte eine Befruchtung eintreten wird und sich Samen entwickeln.

Doch die Beobachtung an den Blüten während der Blütezeit ergab ein ganz unerwartetes Bild: alle Blüten fielen ab, nachdem sie ziemlich lange offen geblieben waren. Die mikroskopische Untersuchung eines solchen Materials zeigte, daß gar keine Befruchtung stattgefunden hatte; man konnte nur ein bedeutendes Auswachsen der Nucellus-Zellen wahrnehmen, und auch der sekundäre Kern des Embryosackes vergrößerte sich ziemlich stark (sein Durchmesser wurde $1\frac{1}{2}$—2mal größer).

Das Blühen sowohl der weiblichen als auch der zwittrigen Mourvèdre-Blüten dauerte fast den ganzen Sommer an (wir machten darauf schon im Anfang unserer Publikation aufmerksam). Als die Nebenblütenstände zu blühen anfingen, änderte sich das Bild vollkommen, und es trat der von uns erwartete Effekt der Bestäubung der weiblichen Blüten ein.

Fast 100% der bestäubten Blüten setzten Beeren an. Es trat ganz derselbe Effekt ein, unabhängig davon, ob zum Bestäuben eine zwittrige Mourvèdre-Sorte oder eine andere zur Zeit blühende zwittrige Sorte, z. B. Cabernet franc., genommen wurde. Die von den weiblichen Blüten stammenden Beeren zeichneten sich vor gewöhnlichen Beeren durch eine etwas zusammengedrückte Form aus; ihr Querdurchmesser war in der Regel größer als der Längsdurchmesser. Außerdem blieben unten an den Beeren die Kronblätter sitzen, und die grüne Beere erinnerte ihrem Aussehen nach an die Beere eines *Solanum*. Das interessanteste Moment bestand aber in dem häufig vorkommenden Herausragen der Samen an der Stelle des früheren Griffels, wie das in Fig. 10 auf Taf. I dargestellt ist. Am häufigsten beobachtete man jedoch, daß die Öffnung, welche im Griffel im Blütenstadium vorhanden war, bei der Entwicklung der Beere zugezogen wurde, und man konnte diese Stelle an einer kleinen trichterförmigen Vertiefung an der Beerenspitze erkennen.

Die Samen waren ganz normal ausgebildet. Doch entsprach die Samenzahl bei weitem nicht der Zahl der Samenanlagen, und es reiften gewöhnlich, wie auch in einer zwittrigen Mourvèdre-Blüte, 1—4 Samen aus.

M. A. TUPIKOW unternahm eine Messung der Beeren, sowohl von zwittrigen als auch von weiblichen Mourvèdre-Stöcken, und stellte die Resultate dieser Messungen uns zur Verfügung. Auf Grund dieser Resultate konnte die folgende Tabelle zusammengestellt werden:

Die Beerengröße der weiblichen und der zwittrigen Mourvèdre-Sorte:

	Mittlere Größe		Größte Beere		Kleinste Beere	
	Längsdurchmesser	Querdurchmesser	Längsdurchmesser	Querdurchmesser	Längsdurchmesser	Querdurchmesser
Mourvèdre ♀	13	15	17	19	7	8
Mourvèdre ♀♂	15	15	17	17	6	6

Aus dieser Tabelle ist zu ersehen, daß bei der zwittrigen Mourvèdre-Sorte stets runde Beeren gebildet werden, wogegen die weibliche Sorte immer Beeren von der Form eines Ellipsoides, mit einem kürzeren Längsdurchmesser, produziert. Man gewinnt den Eindruck, daß die Trauben der weiblichen Mourvèdre-Stöcke im Vergleich mit solchen der zwittrigen Stöcke größere Beeren tragen. Dasselbe folgt auch aus den objektiven Zahlen der Tabelle: die größten Beeren findet man bei der weiblichen Mourvèdre-Sorte; bei dieser gibt es auch nicht so kleine Beeren wie bei der zwittrigen. Nach den mittleren Größen besitzen beide Sorten gleich großen Querdurchmesser ihrer Beeren, und die weibliche Sorte weist einen etwas kleineren Längsdurchmesser der Beeren auf; doch verliert sich dieser Unterschied beim Überblick auf die ganze Traube.

Damit wären die wichtigsten Momente der Blütenmorphologie erschöpft, und wir wollen jetzt das Wesen der typischen weiblichen Sorte und die Wege ihrer Entstehung zu erklären versuchen.

Die Entstehung der typischen weiblichen Mourvèdre-Blüte.

Das erste, was einem bei der Bekanntschaft mit dem beschriebenen Material in den Sinn kommt, ist die Frage, ob die weibliche Mourvèdre Blüte nicht als Resultat eines pathologischen Prozesses anzusehen ist. Wir kommen zu dieser Vermutung gerade darum, weil die Weinrebe ziemlich oft an Krankheiten leidet, die gewisse morphologische Abweichungen hervorrufen. Um eine begründete Antwort auf diese Vermutung geben zu können, wollen wir noch einmal versuchen, unsere Aufmerksamkeit auf das vorhandene Material zu konzentrieren. Sind wirklich solche Momente im Blütenbau vorhanden, die als pathologisch angesehen werden müssen? Wir haben schon hervorgehoben, daß irgendwelche Mißbildungen oder krankhafte Zustände bei unseren 9 weiblichen Exemplaren nicht vorliegen; in der vegetativen Sphäre finden wir überhaupt keine Abweichungen, die ins Auge fallen. Obwohl

einige Zehntausende von Blüten vorhanden waren, konnten wir keine wesentlichen Unterschiede zwischen denselben wahrnehmen. Ebenso wie alle zwittrigen Blüten untereinander gleich oder ähnlich sind, sind auch die weiblichen Blüten einander vollkommen ähnlich. Es ist nicht leicht, sich vorzustellen, daß ein pathologischer Prozeß einen so einheitlichen Effekt in den reproduktiven Organen auszulösen vermag, ohne daß die vegetative Sphäre berührt würde.

In einer Weinrebenblüte, die vom Typus dadurch abweicht, daß hier die Kronblätter miteinander nicht verwachsen sind, und daß dieselbe sich in Form eines „Sternes" öffnet, kann schwerlich etwas Pathologisches erblickt werden. Solche Blüten sind der Mehrzahl der freiblättrigen Angiospermen, zu denen auch die Weinrebe trotz der Anwesenheit von verwachsenen Kronblättern gehört, eigen. Wir möchten hier auch hervorheben, daß die nächste der *Vitis* verwandte Gattung *Ampelopsis* (ebenso wie auch andere Gattungen der Familie Vitaceae) durch freiblättrige Blüten, die sich nach der Art unserer weiblichen Blüten entfalten, charakterisiert werden.

Kann vielleicht ein kranker Zustand darin erblickt werden, daß im Griffel ein Kanal vorhanden ist und dadurch eine eigenartige „Nacktsamigkeit" entsteht? Wir glauben, hier eine ganz normale Erscheinung zu sehen, die als eine Folge der Entwicklung einer großen Anzahl von Samenanlagen anzusehen ist; diese Samenanlagen üben auf die Fruchtknotenwände einen Druck aus und rufen einen Riß hervor an der Stelle, wo der Widerstand am geringsten ist, nämlich im Gewebe des Griffels, welcher, wie oben bemerkt wurde, sehr locker gebaut ist.

Der Bau und das Bild des Embryosackes ist, wie wir oben gezeigt haben, ganz normal.

Etwas merkwürdig war allerdings die Abwesenheit der Beeren während der ersten Blüte (es ist schwer, die Ursache dieser Erscheinung zu erforschen; es kann sein, daß die ersten Blütenstände zu blütenreich waren und infolgedessen die Ernährungsverhältnisse einzelner Blüten nicht befriedigend waren. Bei sekundären Blütenständen war diese Erscheinung dadurch beseitigt, daß diese viel weniger Blüten führten; doch will ich an dieser meiner Vermutung keinesfalls festhalten). Doch da die Blüten später normale Beeren entwickelten, die normale Samen enthielten, so wird dadurch das Abfallen der Blüten in der ersten Zeit des Blühens sehr in den Hintergrund gerückt, und man kann auch von dieser Seite (Fertilität) die weibliche Weinrebenblüte als normal betrachten.

Jedenfalls können wir auf Grund der vorhandenen Tatsachen das Auftreten der typischen weiblichen Weinrebenblüte nicht als das Resultat irgendeines pathologischen Prozesses betrachten.

Desgleichen können wir auf Grund der vorhandenen Tatsachen in der uns interessierenden Erscheinung nichts Teratologisches finden (wenn wir im Auftreten oder Verschwinden eines Merkmales als Ergebnis irgendeines Prozesses nicht eine teratologische Erscheinung, wenigstens in dem Maße, in welchem die neue Form von der elterlichen Form abweicht, sehen wollen).

Vielleicht findet hier eine allmähliche Reduktion der Staubfäden statt?

Es ist nicht gut denkbar, daß bei einer zwittrigen Sorte mit normal entwickelten Staubfäden ein Prozeß stattfand, der zur Reduktion der Staubfäden führte; für eine funktionell weibliche Sorte könnte eine solche Vermutung noch eine gewisse Berechtigung haben. Bei der Durchsicht einer sehr großen Blütenzahl konnten wir in keinem Fall irgendwelche Spuren von rudimentären oder unentwickelten Staubfäden bemerken. Immer haben wir es mit einer typischen weiblichen Blüte zu tun gehabt, ohne daß auch nur eine Andeutung irgendwelcher Staubfäden vorhanden gewesen wäre.

Womit könnte das Auftreten einer solchen scharfen und ausgeprägten Abweichung von der Norm erklärt werden? Am natürlichsten und wahrscheinlichsten wird diese Erscheinung durch eine vegetative Mutation oder eine partielle Heterogenesis (nach der Terminologie von KORSHINSKY) erklärt.

Wir glauben, daß am mütterlichen Exemplar eine faktorielle Veränderung, die zur Bildung eines Zweiges mit typischen weiblichen Blüten führte, stattgefunden hat. Durch Ableger wurde diese Neubildung fixiert verbreitet, so daß wir eine solche Neubildung im Ak-Kawakschen Weingarten schon an 9 Weinstöcken antrafen. Der Erscheinung einer vegetativen Mutation schreibt man oft eine große Rolle in der Entstehung von neuen Sorten von Kulturpflanzen zu. Auch KORSHINSKY führt in seiner Ampelographie[1]) einige Weinrebensorten, wie z. B. „Cabernet-Ai-Danil“ und „Chasselas mi-cioutat“ an, die durch eine vegetative Mutation entstanden sind, und nimmt an, daß der Weinstock überhaupt „nicht selten einer partiellen Heterogenese unterliegt“.

In unserem Material kann man eine solche Mutation, und zwar in großen Zügen, beobachten. Damit die neuen Merkmale, welche in der weiblichen Blüte auftreten, besser zur Geltung

1) KORSHINSKY, S, Ampelographie der Krim I. Allgemeiner Teil. St. Petersburg 1910, p. 23.

kommen, wollen wir diejenigen Merkmale, die die einzelnen Vertreter der Familie Vitaceae charakterisieren, und nach denen diese Familie in Unterfamilien und Gattungen[1]) geteilt wird, betrachten.

In der Familie der Vitaceae gibt es zwei Unterfamilien, die Vitoideen und die Leeoideen, die sich durch eine Anzahl von Merkmalen und darunter auch in der Anzahl der Fächer in Fruchtknoten unterscheiden. Für die erste Unterfamilie ist ein zweifächeriger Fruchtknoten, und für die zweite ein 3—6fächeriger Fruchtknoten charakteristisch.

Die Unterfamilie der Vitoideen zerfällt in zwei Gruppen von Gattungen nach dem Bau der Krone:

1. Kronblätter an der Spitze verwachsen und gemeinsam als Haube abfallend — *Vitis*.
2. Kronblätter frei, während der Blütezeit ausgebreitet — *Ampelopsis*, *Parthenocissus*, *Tetrastigma*.

Daraus kann der Schluß gezogen werden, daß die neugebildete Mourvèdre-Blüte außer der Abwesenheit von Staubfäden noch Merkmale anderer Gattungen und sogar einer anderen Unterfamilie in sich vereinigt. Würden wir eine Pflanze mit solcher Blüte in der Natur vorfinden, so könnten wir streng genommen diese Pflanze nicht zur Gattung *Vitis* zählen.

Die Erscheinung einer faktoriellen Veränderung könnte auch im Prozeß der Aufspaltung nach künstlicher Kreuzung oder einfach bei der Anzucht von neuen Pflanzen aus Samen stattgefunden haben. Doch eine solche Vermutung entspricht nicht der Vorstellung, die wir über die Geschichte unseres Materials besitzen Nichts bestätigt die Vermutung, daß in Mittel-Asien, wohin die Sorte Mourvèdre unlängst eingeführt ist, mit dieser Sorte hybridologische Experimente oder eine massenhafte Aussaat unternommen wurden. Die Rebstöcke der Mourvèdre-Sorte wurden aus Europa als Ableger bezogen und dann an Ort und Stelle vermehrt. Natürlich ist die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, daß das Ausgangsmaterial für den Import aus einer sich in Aufspaltung befindlichen Rebkultur stammt; doch ist nicht gut denkbar, daß das Auftreten von typischen weiblichen Blüten, die ein Experimentator nicht gut übersehen konnte, vollständig totgeschwiegen wurde. Eine Erklärung der uns interessierenden Erscheinung kann durch eine geschlechtliche Aufspaltung nur dann gegeben werden, wenn eine ganze Reihe von wenig wahrscheinlichen Zufälligkeiten realisiert wäre.

---

1) Schneider, C., Illustriertes Handbuch der Laubholzkunde. Bd. II, 1912 Hegi, G., Illustrierte Flora von Mittel-Europa. Bd. V, T. 1.

Vielleicht werden zukünftige hybridologische und spezielle zytologische Arbeiten das Problem der Entstehung der weiblichen Mourvèdre-Blüte besser aufdecken — gegenwärtig können wir aber nur mit logischen Gedankenschlüssen operieren, die sich auf reelle Tatsachen stützen. Dieser logische Weg führt uns zur Erkenntnis, daß das Auftreten der typischen weiblichen Blüte der Mourvèdre-Sorte höchstwahrscheinlich auf einer vegetativen Mutation beruht.

Wir sind der Meinung, daß diese Erscheinung ein sehr großes theoretisches Interesse hat, und wir erwarten mit Ungeduld die Resultate einer Kreuzung der weiblichen Mourvèdre-Rasse mit der zwittrigen Rasse.

Die Analyse einer solchen Kreuzung von ♀ Mourvèdre mit ♀♂ muß auch ein gewisses Licht auf die Frage über das Geschlecht und geschlechtliche Vererbung bei der Weinrebe werfen. Diese letzte Frage ist für die Weinrebe sehr wichtig, hat eine sehr große praktische Bedeutung und ist bis jetzt noch wenig berührt.

Zusammenfassung.

Die Resultate der Untersuchung der Mourvèdre-Blüten können in der folgenden Tabelle zusammengestellt werden. In dieser Tabelle können die Blütenmerkmale für beide Fälle (für die typische und für die neugebildete Blüte) miteinander verglichen werden. Aus der Tabelle ist es zu ersehen, wie stark die weibliche Mourvèdre-Blüte von einer typischen Blüte abweicht.

	♀♂ Mourvèdre	♀ Mourvèdre
Kronblätter	Verwachsen, gleiten als Haube herab.	Frei, öffnen sich sternartig, bleiben an der Frucht befestigt.
Staubfäden	Normal, in einer Anzahl von 5–6, mit fruchtbarem Pollen in den Pollensäcken.	Fehlen gänzlich auf allen Entwicklungsstufen.
Gynoeceum	Griffel bis 1 mm Länge, Fruchtknoten längs der Längsachse ausgezogen, zweifächerig. Samenanlagen immer anatrop. Placenta immer im unteren Teil des Faches.	Narbe fast sitzend, Fruchtknoten etwas zusammengedrückt; 5—6fächerig (Fächer nicht ganz voneinander abgesondert). Samenanlagen zuweilen atrop. Placenta kann auch an der Seitenwand sein.
Nektarien	2 Kreise (1 Kreis an der Basis des Fruchtknotens, der andere zwischen der Krone und dem Kelch), im oberen Kreis groß, hellgelb.	1 Kreis an der Basis des Fruchtknotens, kaum merklich und von derselben Farbe wie die Fruchtknotenwand.

Das Auftreten einer weiblichen Mourvèdre-Blüte, die von einer gewöhnlichen Weinrebenblüte so gänzlich abweicht, muß wahrscheinlich mit einer vegetativen Mutation zusammenhängen.

Zum Schluß möchte ich meinen großen Dank Herrn M. A. TUPIKOW aussprechen; er hat mir eine Reihe von Zahlenangaben für meine Arbeit gegeben und hat mich zur Untersuchung dieser sehr interessanten Erscheinung veranlaßt. Auch danke ich dem Herrn Direktor der Ak-Kawakschen Station, M. PERESKOKOW, für sein Entgegenkommen, das er mir und meinen Mitarbeitern bei der Ausführung von Arbeiten zur Erforschung der Weinrebe stets entgegenbrachte.

Irrigations-Versuchsstation in Ak-Kawak (Taschkent, Turkestan), Oktober 1926.

Figurenerklärung zu Tafel I.

(Die Zeichnungen sind mit dem ABBEschen Apparat angefertigt.)

Zwittrige Rasse der Mourvèdre.

Fig. 1. Aufschließen der Blüte (Abgleiten der Hülle). Vergr. 10.
Fig. 2. Aufgeschlossene Blüte. Vergr. 10.

Weibliche Rasse der Mourvèdre.

Fig. 4. Blüte vor der Entfaltung der Kronblätter. Vergr. 10.
Fig. 5. Blüte mit entfalteten Kronblättern (Fall einer 6blättrigen Blüte). Vergr. 10.
Fig. 7. Längsschnitt. Vergr. 73.
Fig. 8. Samenanlage, die aus der Öffnung der Narbe herausragt. Vergr. 73.
Fig. 9. Ausgebildete Samenanlage. Vergr. 12,4.
Fig. 10. Eine sich entwickelnde Beere (ein Fall, wo der Samen aus der Stelle der früheren Narbe herausragt). Vergr. 4.

(Bei der Anfertigung der Abbildungen wurden dieselben auf $^2/_3$ verkleinert.)

13. M. Nawaschin: Ein Fall von Merogonie[1]) infolge Artkreuzung bei Compositen.

(Vorläufige Mitteilung.)
(Mit 3 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 14. Januar 1927. Vorgetragen in der Januarsitzung.)

Seit den berühmten Versuchen von BOVERI mit den Eiern der Seeigel wurde die Frage nach der Bedeutung des Protoplasmas bei der Übertragung der erblichen Eigenschaften und bei der Formbildung hauptsächlich von den Zoologen in Angriff genommen. Dieses wird sicherlich dadurch erklärt, daß das BOVERIsche Experiment bei der Anwendung auf Pflanzen mit komplizierterem Bau (wie es schon bei den einfachsten Archegoniaten der Fall ist) auf unüberwindliche Schwierigkeiten stößt. Was die Phanerogamen anbetrifft, die nur ausnahmsweise bewegliche Spermatozoiden und nie schwimmende Eizellen besitzen, so ist hier die Aufgabe — die Befruchtung eines kernlosen Eifragmentes auszuführen und aus demselben einen entwicklungsfähigen Embryo zu erhalten — unausführbar. Daher ist es ganz begreiflich, daß die einzigen Versuche über die pflanzliche Merogonie, die zuerst von FARMER und WILLIAMS (1898) und etwas später von WINKLER (1901) unternommen waren, mit Algen (verschiedenen Fucaceen), deren Eizellen verhältnismäßig zugänglich sind, ausgeführt wurden. Doch erhielt man durch diese Versuche keine klaren Resultate, da aus den befruchteten kernlosen Eifragmenten sich höchstens kümmerliche Pflänzchen entwickelten und es nicht möglich war, die Teilnahme des mütterlichen Protoplasmas am Aufbau eines solchen „merogenen" Individuums festzustellen. Auch stellte sich bei kritischer Betrachtung der klassischen zoologischen Versuche heraus, daß in diesen oft eine Befruchtung von solchen Eifragmenten stattfand, aus welchen infolge technischer Unvollkommenheit der Methodik nicht alle Kernteilchen restlos entfernt waren. In den Fällen aber, wo die Eifragmente wirklich keine Kernreste enthielten, wurde doch festgestellt, daß in den

1) Unter „Merogonie" wird hier nicht das klassische Produkt der Experimente von BOVERI und HERTWIG verstanden, sondern überhaupt die Erzeugung eines Individuums, welches von einem Elter nur das Protoplasma, von dem anderen aber nur den Kern erworben hat. Eine solche Erscheinung soll also als Merogonie in weiterem Sinne, oder vielmehr als echte Merogonie bezeichnet werden.

Anfangsstadien der Entwicklung der Embryo rein mütterliche Merkmale aufweist. Erst etwas später traten diese mütterlichen Merkmale durch das immer deutlichere Auftreten der väterlichen Merkmale in den Hintergrund.

Diese Erscheinung muß im Hinblick auf die Rolle, die das Protoplasma in der Vererbung spielt, auf zweierlei Art gedeutet werden. Einmal kann angenommen werden, daß das Protoplasma die Fähigkeit besitzt, die Merkmale des Individuums auch unabhängig vom Zellkern zu erzeugen. Die andere Deutung stellt, im Gegenteil, die Rolle des Zellkernes in den Vordergrund: die anfängliche metrokline Entwicklung wird dadurch erklärt, daß das Eiprotoplasma sich unter dem früher stattgefundenen Einfluß seines Kernes entwickelte; dadurch wird die Organisation und der Charakter des entstehenden Individuums vorbestimmt. Nach dieser Deutung wird also angenommen, daß das Protoplasma nur die „Verordnungen" des Zellkernes erfüllt, welche es während der Reifung und der Differenzierung des Eies empfangen hat. Wird ein bestimmtes Stadium in der Entwicklung erreicht und hat das Plasma seine induzierte formbildende Potenz erschöpft, so verfällt dasselbe gänzlich dem Einfluß des neuen Kernes, indem seine Organisation entsprechend geändert wird.

Es muß also zugegeben werden, daß wir heute von der Lösung der Frage über die Rolle des Protoplasmas bei der Übertragung der erblichen Eigenschaften ebenso weit entfernt sind wie vor 30 Jahren, d. h. wie zu der Zeit, zu welcher die Grundsteine der heutigen Vererbungslehre gelegt wurden.

Eine sehr klare Analyse dieser Frage gibt HANS WINKLER in seinem ausführlichen Vortrage (1924). Sein Grundgedanke ist der folgende: wird ein kernloses Fragment eines reifen Eies genommen, so sind gar keine Tatsachen vorhanden, um objektive Schlußfolgerungen über die Frage, wovon die anfängliche metrokline Entwicklung abhängt, zu ziehen. Mit gleichem Recht kann angenommen werden, daß in diesem Fall das Protoplasma als solches für sich allein arbeitet, wie man hier umgekehrt an eine Wirkung der Potenzen denken kann, welche in dem Protoplasma durch den früher funktionierenden Kern (bevor derselbe beim Versuch aus dem Fragment entfernt wurde) induziert wurden. Diese Frage kann nach WINKLERs Meinung nur durch ein solches Experiment gelöst werden, bei welchem der Kern von einer Art in das jugendliche Ei einer anderen Art übertragen wird, deren erste Entwicklungsstadien ganz anders verlaufen. Wenn dann das sich entwickelnde Ei eine Organisation erhält, die mit der Organi-

sation der Art, von welcher der Kern stammt, identisch ist, so kann, und nur in diesem Fall, gesagt werden, daß der Kern wirklich bei der erblich bestimmten Entwicklung (auch während der ersten Entwicklungsstufen des Organismus) einen monopolen Einfluß ausübt. Leider wird ein solches Experiment, wie WINKLER bemerkt, infolge äußerster technischer Schwierigkeiten kaum jemals verwirklicht werden.

Das Gesagte ist aber nur für die operative Methode richtig, bei der eine Übertragung mit Hilfe der Mikrodissektion stattfindet. Es gibt aber, wie ich gleich zeigen werde, eine sehr einfache Möglichkeit, eine solche „Transplantation" des Kernes auszuführen, wobei nur natürliche biologische Prozesse benutzt werden.

Es kann als bewiesen gelten, daß bei der heterotypischen Teilung das Auseinanderweichen der allelomorphen Chromosomen dem Gesetz der großen Zahlen folgt; anders gesagt, kann der diploide somatische Chromosomenbestand, welcher ja aus zwei haploiden Sätzen besteht (einem väterlichen, der durch das Spermium gebracht wurde und einem mütterlichen, welcher im Ei steckte) in haploide Chromosomensätze verschiedener Art zerfallen, je nach dem in diesen Sätzen die väterlichen und mütterlichen Chromosomen kombiniert sind. Am häufigsten erhalten diese haploiden Kerne ungefähr zur Hälfte väterliche und mütterliche Chromosomen, und nur selten bekommen sie entweder allein väterliche oder allein mütterliche Chromosomen. Nach dem Gesagten ist klar, daß im Fall eines hybriden Organismus wir mit voller Sicherheit einige Gameten erhalten, die nur Chromosomen einer der beiden gekreuzten Formen enthalten, ohne daß auch nur ein einziges Chromosom der anderen Form beigemischt wird. Kommt ein solcher Fall bei der Bildung der weiblichen Gameten vor, so können wir ohne Mühe gerade das erhalten, was wir suchen: das junge Ei enthält in diesem Fall immer das Protoplasma des mütterlichen Organismus (ebenso wie auch alle anderen weiblichen Gameten, die von unserem hybriden Organismus gebildet werden), der Kern aber, welcher in diesem Ei enthalten ist, kann rein väterlichen Ursprungs sein. Auf diese Weise wird das so gebildete Ei bei weiterer Entwicklung in seinem Protoplasma einen artfremden Kern enthalten, welcher dorthin nicht durch eine operative Einwirkung, sondern durch den natürlichen Mechanismus der Karyokinese „transplantiert" wurde.

Die Wahrscheinlicheit, daß ein solcher Fall eintritt, wird aber in erster Linie durch die Zahl der Chromosomen des fraglichen Organismus bestimmt. Sie wird im allgemeinen gering sein, da die Chromosomenzahl gewöhnlich nicht sehr klein ist. Auch muß

bemerkt werden, daß bei der Mehrzahl der Objekte die Chromosomen schwer zu individualisieren und zu identifizieren sind; daher ist es unmöglich, die gesuchten Fälle, in denen die Gameten einen rein väterlichen Kern enthalten, durch unmittelbare Beobachtung festzustellen.

Durch diese Tatsachen muß der Umstand erklärt werden, daß der Weg eines solchen Experimentes bis heute nicht beschritten ist und niemand (soviel mir bekannt ist) diese eigentlich sehr einfache Frage aufgeworfen hat.

Doch nicht für alle Organismen ist die Frage so hoffnungslos. Wenn wir auch vom klassischen geringchromosomigen Objekt, nämlich von *Ascaris*, ganz absehen, so findet sich doch eine Anzahl von Pflanzen und Tieren, die in ihren somatischen Zellen nur 8 oder sogar 6 Chromosomen besitzen. So haben z. B. 8 Chromosomen die berühmte *Drosophila* und von Pflanzen eine Reihe von Arten aus der Gattung *Crepis* L.; eine dieser Arten, *C. capillaris* (L.) Wall. (= *virens* Vill.), besitzt sogar nur 6 somatische Chromosomen. Diese letztere Art weist die kleinste Chromosomenzahl unter den bis jetzt untersuchten Phanerogamen auf. Die Chromosomen der *Crepis*-Arten haben außerdem so bedeutende Dimensionen und so deutliche morphologische artspezifische Merkmale, daß sie meistens fehlerlos sowohl in den Zellen vieler reiner Arten als auch in solchen ihrer Bastarde auseinandergehalten werden können. Bei den angegebenen Chromosomenzahlen ist ferner die Möglichkeit, eine Eizelle mit einem rein väterlichen oder mütterlichen Kern zu erhalten, nicht gering. Daraus geht hervor, daß bei der Kreuzung von *Crepis*-Arten untereinander, infolge niedriger Chromosomenzahl bei den Bastarden, eine bedeutende Zahl von Eizellen zu erwarten ist, welche Protoplasma und Zellkerne zweier verschiedener Arten besitzen. Befruchtet man solche Eizellen mit dem Spermium der Art, deren Kern in der Eizelle enthalten ist, so erhält man eine Zygote, die sich zu einem Organismus entwickeln wird, welcher in seinen Zellen das Protoplasma der einen Art und in demselben normale Kerne einer anderen Art enthält.

Gerade ein solches Resultat gelang mir bei meinen Arbeiten mit Artbastarden bei *Crepis* zu erhalten. Bei der Aufspaltung eines solchen Bastardes bekam ich eine Pflanze, welche in ihren Zellen einen normalen Chromosomensatz der väterlichen Art enthielt und deren Protoplasma von einer anderen (mütterlichen) Art unmittelbar ererbt wurde. Diese Pflanze entwickelte sich vollständig und war vollkommen fertil. In diesem Fall haben wir also zum ersten Mal eine vollständig organische Entwicklung, welche zur Bildung

eines ausgewachsenen Individuums mit seinen wichtigsten Organen — dem reproduktiven System — geführt hat, und nicht bloß mit der Ausbildung einer nicht lebensfähigen Larve endigte (wie es bei Seeigeln der Fall war), oder mit der Anlage von kümmerlichen Algenkeimlingen, die bei der Bastard-Merogonie erhalten worden sind. In meiner Mitteilung will ich die Geschichte der Entstehung dieses Individuums und seine Eigenschaften kurz beschreiben.

Im Sommer 1924 habe ich in Tiflis einige *Crepis*-Arten für zytologische und hybridologische Untersuchungen kultiviert. Außer künstlich erhaltenen Artbastarden entstand als Resultat der Kultur auf engem Raum noch eine Anzahl spontaner Bastarde, unter welchen auch solche auftraten, deren künstliche Gewinnung bis jetzt nicht gelungen war. Aus diesen „natürlichen" Artbastarden wurde der eine, nämlich *Crepis tectorum* ♀ × *C. alpina* ♂ zur Ausgangsform der uns interessierenden Pflanze.

Bekanntlich zerfällt die artreiche Gattung *Crepis* L. mehr oder weniger natürlich in eine Reihe von Sektionen; einige von diesen Sektionen besitzen so eigenartige Merkmale, daß sie früher sogar als selbständige Gattungen beschrieben wurden. *C. alpina* gehört gerade zu einer der eigenartigsten Sektionen, nämlich zu *Anisoderis* Cass.[1]), wogegen *C. tectorum* die zentrale Sektion *Eucrepis* DC. vertritt. Die wichtigsten morphologischen Merkmale der beiden Arten sind folgende:

C. alpina: Achänen groß, langgeschnäbelt, grau, mit bleibendem Pappus. Äußere Hüllblätter häutig, abstehend, Blütenkörbchen sehr groß, Blätter breit, etwas gezähnt. Behaarung stark, drüsig.

C. tectorum: Achänen klein, ungeschnäbelt, dunkelbraun, mit abfallendem Pappus. Äußere Hüllblätter von gewöhnlichem Aussehen, dicht anliegend. Blütenkörbchen klein. Blätter schmal, die unteren fiederig gespalten. Behaarung meist sehr schwach.

Aus dieser kurzen vergleichenden Beschreibung ist zu ersehen, wie stark die beiden Arten sich von einander morphologisch unterscheiden. Gerade ein Bastard zwischen diesen Arten stand im Sommer 1925 zu meiner Verfügung.

Zytologisch unterscheiden sich beide Arten vielleicht noch schärfer voneinander: das ist aus Abb. 2, auf welcher die somatischen Chromosomen von *C. alpina* und *C. tectorum* abgebildet sind, zu ersehen. Außer dem überzähligen und eigenartigen Chromosom E,

1) Nach HOFFMANN (1891) gehört diese Art zur Sektion *Barkhausia* Mnch., doch die neuesten Untersuchungen von BABCOCK u. MANN (1926) zeigen unzweideutig, daß diese Art in die Sektion *Anisoderis* gehört, ebenso wie die beiden anderen Arten — *C. rubra* L. und *C. foetida* L.

welches *C. alpina* im Vergleich mit *C. tectorum* aufweist, kann ein jedes Chromosom von *C. alpina* leicht indentifiziert und von einem beliebigen Chromosom von *C. tectorum* unterschieden werden. Die Bastardpflanze *C. tectorum* ♀ × *C. alpina* ♂ ist auf Abb. 1 abgebildet, welche eine Photographie der einzigen F_1-Pflanze darstellt. Ohne weitgehende Erklärungen tritt hier deutlich der intermediäre Charakter der Pflanze hervor; in manchen Merkmalen dominiert aber einer der beiden Eltern. Die Merkmale von *alpina* treten

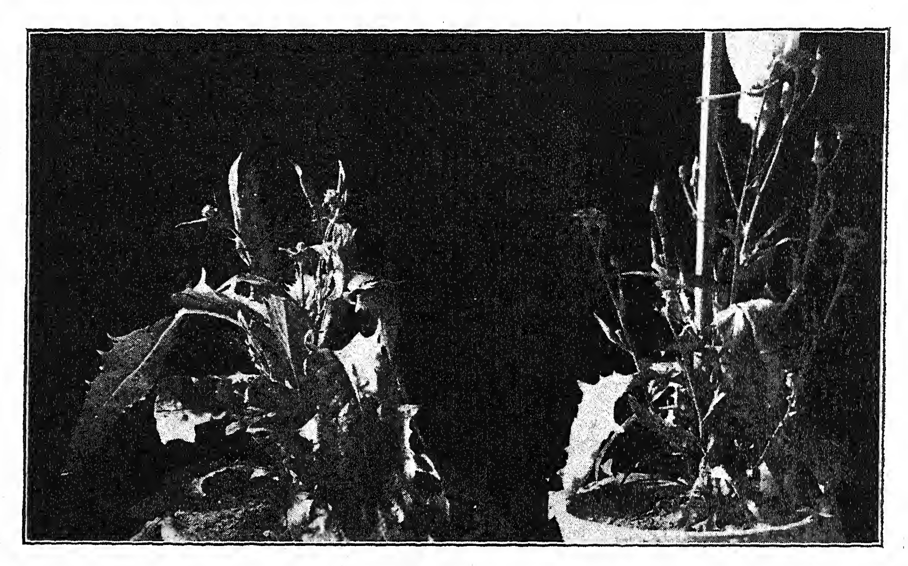
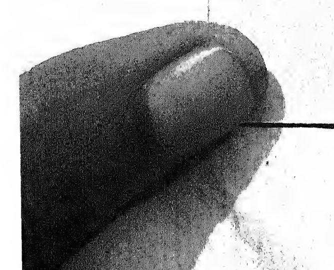


Abb. 1. F_1-Bastard *Crepis tectorum* ♀ × *C. alpina* ♂. Links die junge Pflanze, rechts dieselbe Pflanze im ausgewachsenen Zustande. Verkleinert.

besonders scharf im Charakter der Hülle auf, die, wie aus der Photographie zu ersehen ist, sich durch die entwickelten abstehenden Außenblättchen auszeichnet. Die Blätter sind beim Bastard breiter als bei *tectorum*, doch schmäler als bei *alpina*; die Behaarung sowie die Dimensionen der Blütenkörbchen sind intermediär. Die Pflanze war wenig fertil, doch bei freier Bestäubung mit dem Pollen väterlicher Art oder auch anderer Arten gab unser Bastard mehrere vollkommen entwickelte Achänen. Diese Achänen wiesen die Dominanz der Merkmale von *tectorum* auf, indem sie den Achänen dieser Art durch das fast vollständige Fehlen des Schnäbelchen, ihre dunklere Färbung und abfallenden Pappus glichen: doch erinnerten sie an *alpina* durch ihre bedeutenden Dimensionen und mehr längliche Form.



Die Früchtchen wurden im Frühjahr 1926 ausgesät, gingen auf und gaben 3 Pflanzen; eine von denselben wird in dieser Mitteilung beschrieben. Es muß hervorgehoben werden, daß die Keimung der Früchtchen nur mit großer Mühe erfolgte, da der Embryo sich nicht selbständig aus der starken Haut der Achänen befreien konnte: man mußte operativ eingreifen, aber trotzdem zeigten die Pflanzen nach der auf den ersten Entwicklungsstufen erlittenen Hemmung auch im Weiteren kein besonders kräftiges und regelmäßiges Aussehen.

Alle diese Pflanzen wurden schon im jungen Alter einer zytologischen Untersuchung unterworfen; zu diesem Zwecke wurden die jungen Wurzelspitzen verwendet. Es stellte sich dabei heraus, daß alle diese Pflanzen nach ihren Chromosomenbeständen verschieden waren: bei einer dieser drei Pflanzen konnte man einen reinen Chromosomensatz von *C. tectorum* nachweisen, die zweite Pflanze wies einen Bastardkern auf, in dem je ein haploider Chromosomensatz von *C. tectorum* und *C. parviflora* enthalten war; die dritte Pflanze erwies sich nach ihrem Zellkern als eine reine *Crepis alpina*. Auf Abb. 2 sind die Chromosomen von *C. tectorum* und *C. alpina* abgebildet; die Chromosomen der beiden Arten unterscheiden sich, wie das schon oben gesagt wurde, voneinander nicht nur durch ihre Zahl, sondern auch durch ihre morphologischen Eigenschaften; daher ist eine Verwechselung der Chromosomen bei der Untersuchung gänzlich ausgeschlossen. Besonders charakteristisch sind die D-, B- und E-Chromosomen bei *C. alpina*, was gut auf unserer Abbildung zu sehen ist.

Die hervorgehobenen zytologischen Tatsachen werden leicht erklärt, wenn man annimmt, daß die Ausgangsform *C. tectorum* ♀ × *C. alpina* ♂ die Fähigkeit besaß, zweierlei weibliche Gameten zu produzieren, nämlich solche, welche einen reinen Kern *tectorum* und solche, die einen reinen Kern *alpina* enthielten. Richtiger müßte man sich die Sache so vorstellen, daß infolge der weiten systematischen Verschiedenheit der beiden untereinander gekreuzten Arten ihre Chromosomen nicht in einer und derselben Gamete ungestraft vereinigt werden können. Daher starben alle Gameten mit gemischten Chromosomen (d. h. mit Chromosomen von *alpina* und *tectorum*) ab, und es blieben schließlich nur die in geringer Zahl gebildeten Eizellen mit einem reinen haploiden Chromosomensatz einer der beiden elterlichen Arten nach. Folglich bildete unsere Bastardpflanze entwicklungsfähige Eizellen von nur zweierlei Art: entweder mit reinem *tectorum*- oder mit reinem *alpina*-Kern. Bei der Befruchtung mit dem *tectorum*-Pollen müßten reine *tectorum*-

und Bastardpflanzen *tectorum* × *alpina* gebildet werden. Ebenso müßten bei der Bestäubung mit *alpina*-Pollen in der Nachkommenschaft Pflanzen mit reinen *alpina*-Kernen, sowie Pflanzen mit Bastardkernen *tectorum* × *alpina* entstehen. Schließlich konnte man bei der Bestäubung mit dem Pollen irgend einer dritten Art, z. B. *C. parviflora,* das Auftreten von Bastardpflanzen *tectorum* × *parviflora* oder *alpina* × *parviflora* erwarten. In unserem Fall befand sich die beschriebene Pflanze *tectorum* × *alpina* gerade in solchen Bedingungen, welche die Verwirklichung einer jeden der obenerwähnten Möglichkeiten begünstigten, denn dieselbe wuchs inmitten von *tectorum,*

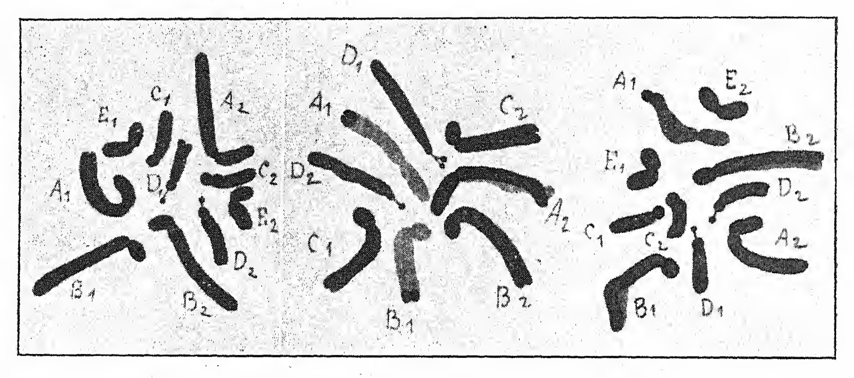


Abb. 2. Somatische Chromosomen von: a = *Crepis alpina,* b = *C. tectorum,* c = reiner *alpina*-Kern von der „merogonisch“ entstandenen Pflanze (s. Text). Vergr. ca. 2700.

alpina und anderen Arten; auch *parviflora* befand sich in nächster Nähe. Da den *Crepis*-Arten legitime Bestäubung eigen ist und da in unserem Fall der eigene Pollen fast völlig steril war (diese Erscheinung ist ja für Bastarde gut bekannt), so können wir uns leicht das Zustandekommen der Chromosomenbestände bei allen drei Nachkommen, die dem Bastard *tectorum* × *alpina* entstammen, vorstellen. Es ist leicht zu begreifen, daß die Pflanze mit dem reinen *alpina*-Kern von allen drei Nachkommen unser größtes Interesse erweckte, denn wir sahen in einer solchen Pflanze gerade eine glückliche Verkörperung unseres oben besprochenen theoretischen Individuums.

Die Sache verhält sich nämlich so, daß unsere Pflanze mütterlicherseits von *C. tectorum* abstammt und daher das Protoplasma dieser Art auf erblichem Wege bewahrt hat; anderseits hat sie den reinen Kern der anderen Art — *C. alpina* — erhalten. Dabei erfolgte

eine solche „Transplantation“ des Kernes nicht in einem fertigen Ei, sondern noch bei der Reduktionsteilung, also vor der Bildung der Makrosporen; die Reifung des Embryosackes und die Bildung der Eizelle erfolgte also unter Mitwirkung von diesem „transplantierten“ Kern. Ein solcher glücklicher Fall, wie die Entstehung einer Makrospore mit einem gänzlich fremden Kern muß, wie es oben bereits erklärt wurde, eigentlich bei unseren Objekten gar nicht so selten vorkommen[1]). Bei der sehr großen Blütenzahl, die an der Pflanze gebildet wird, ist diese Möglichkeit garnicht so gering.

Die Chromosomen der fraglichen Pflanze sind in der Abb. 2 rechts abgebildet; dort können alle Chromosomen leicht mit denselben von einer reinen *alpina*-Pflanze verglichen werden. Wenn man genauer die abgebildeten Chromosomen ansieht, so wird man zu der Überzeugung kommen, daß die beiden Kerne vollkommen gleich sind, und es ist möglich, ein jedes Chromosom unserer Pflanze mit dem entsprechenden homologen Chromosom von *C. alpina* zu identifizieren.

Jetzt blieb noch die wichtigste Frage über das Schicksal dieser merkwürdigen Pflanze zu lösen; es mußte ermittelt werden, ob sie zur weiteren Entwicklung befähigt ist und zu welchen Resultaten dieselbe führen wird, d. h. was für ein morphologisches Aussehen das ausgewachsene Individuum haben wird. Kurz gefaßt, wird die fragliche Pflanze in ein Individuum von *Crepis alpina, tectorum* oder irgendeine intermediäre Form auswachsen?

Die Beobachtung der sich entwickelnden Pflanze zeigte, daß dieselbe vollkommen entwicklungsfähig war und ein energisches Wachstum zur Schau trug. Eigenartig war es nur, daß sie keine typische Blattrosette, wie dies für *Crepis*-Arten charakteristisch ist,

1) A priori könnte eine solche Behauptung gewiß nicht aufgestellt werden, da die Bildung von Gameten bei den Bastarden durchaus mannigfaltig verläuft. So ist schon seit den ersten Arbeiten von FEDERLEY (1913) bekannt, daß Chromosomen, die nicht konjugieren, sich halbieren können, wobei sie in beide Tochterzellen gelangen. Meine Beobachtungen (die Arbeit wird bald publiziert werden) an einem anderen Artbastard (*Crepis capillaris* [L.] Wall. × *C. aspera* L) zeigten, daß bei diesem Bastard alle Chromosomen in F_1 univalent bleiben, dabei gehen sie bei der Sporogenese in eine Äquationsteilung ein, und die Gameten erhalten daher einen somatischen Chromosomensatz. Es ist ganz begreiflich, daß in diesem Fall kein solches Resultat wie für den Bastard *tectorum* × *alpina* erhalten werden kann. Und wirklich es erwies sich, daß F_2 *capillaris* × *aspera* den ursprünglichen somatischen Grundsatz von F_1 besaß, zu welchem bei verschiedenen Individuen verschiedene haploide Chromosomensätze (je nachdem mit was für Pollen die Bestäubung stattgefunden hat) noch hinzu kamen: es waren Chromosomensätze von *capillaris, aspera* oder sogar solche einer dritten *Crepis*-Art.

bildete, sondern ein büschelartiges Gebilde mit emporragenden mittleren Blättern darstellte. Doch fand dieser Umstand bald darin seine Erklärung, daß bei unserer Pflanze mehrere Stöcke angelegt wurden, wobei an jedem Sproß eine Blattrosette gebildet war; diese Rosetten waren an einer Wurzel dicht gedrängt, und man gewann die Vorstellung eines Büschels, weil die mittleren

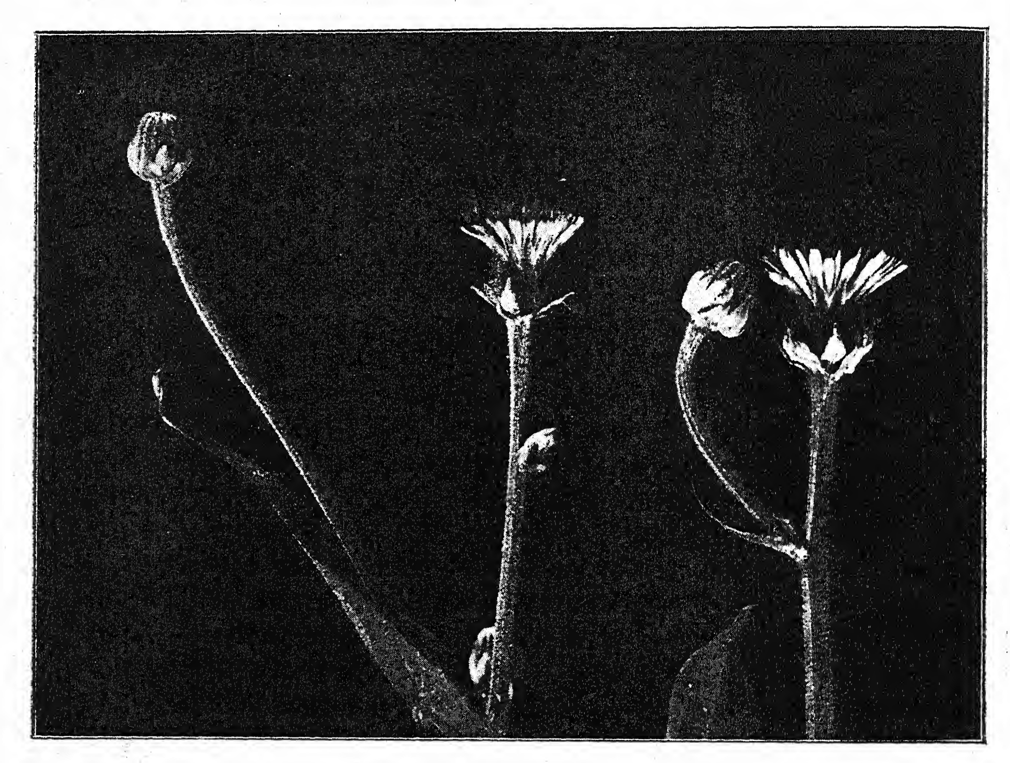


Abb. 3. Blütensprosse von gewöhnlicher *Crepis alpina* (rechts) und von der „merogenen" Pflanze (links). Nat. Größe.

Blätter infolge gegenseitigen Druckes hervorragten. Bei weiterer Entwicklung erhielt unsere Pflanze immer mehr das Aussehen von *C. alpina*: sie besaß eine reiche Behaarung, breite, ungeteilte und hellgrüne Blätter usw.

Als die Zeit der Blüte heranrückte, bildeten sich mehrere Blütenkörbchen, die in ihrem Aussehen und in der Art ihrer Entwicklung vollkommen den von *C. alpina* glichen: sie zeichneten sich scharf durch ihre großen Dimensionen, die charakteristische rötliche Färbung der jungen Körbchen, durch üppige Entwicklung der häutigen Hüllblättchen aus und wurden einzeln angelegt.

Als die Pflanze in voller Blüte stand, unterschied sie sich durch nichts von gewöhnlicher *C. alpina*, nur war sie, vielleicht in allen ihren Teilen, etwas kleiner, was ja durch die eigentümliche Entwicklung der Pflanze in der früheren Jugend und die damit verbundene Stockung im Wachstum erklärt werden konnte. Abb. 3 stellt eine Photographie des typischen Blütensprosses von *C. alpina* (rechts) und den Blütensproß unserer Pflanze (links) vor. Infolge der vollständigen morphologischen Ähnlichkeit muß also unsere Pflanze als eine wahre *C. alpina* anerkannt werden; der einzige Unterschied besteht nur in den oben erwähnten kleineren Dimensionen.

Die Pflanze blühte sehr reichlich und bewahrte bis zuletzt in allen Einzelheiten die volle Ähnlichkeit mit *C. alpina*. Leider ging sie frühzeitig ein, indem sie ihren Lebenszyklus nicht normal abschloß. Glücklicherweise reiften die ersten Samenkörbchen aus und lieferten normal entwickelte Achänen. Es stellte sich dabei heraus, daß unsere Pflanze nicht weniger fruchtbar war als gewöhnliche Individuen von *C. alpina*. Die Achänen wiesen gar keine Verschiedenheiten, sowohl im Charakter des bleibenden Pappus als auch in ihrer Form und Skulptur der Oberfläche, auf. Was die etwas kleineren Dimensionen anbetrifft, so muß man darüber dasselbe sagen, was schon oben über die allgemeinen Dimensionen der Pflanze und ihrer Teile gesagt worden ist. Im nächsten Jahr werden die Achänen ausgesät und die aufgezogenen Pflanzen allseitig untersucht werden.

Auf Grund der oben beschriebenen Tatsachen kommen wir zur folgenden unbestreitbaren Schlußfolgerung: alle Unterschiede zwischen *C. tectorum* und *C. alpina* werden nur durch die Kerne dieser beiden Arten verursacht, denn der Kern von *C. alpina* bedingt für sich allein die Entwicklung von Merkmalen der Art *C. alpina* unabhängig davon, daß dieser Kern im Protoplasma von *C. tectorum* steckt. Durch diesen ersten Fall der vollständigen Entwicklung eines Organismus, dessen Protoplasma und Kern von verschiedenen Arten abstammen, wird der Beweis gegeben, daß keine Spezifität des Protoplasmas bei verschiedenen Arten einer und derselben Gattung (mindestens bei verschiedenen Arten der reichen Gattung *Crepis*) vorhanden ist. In unserem Fall haben wir es mit zwei so weit voneinander abstehenden Arten (aus den Sektionen *Anisoderis* und *Eucrepis*) zu tun, daß ihre Unterschiede fast aus dem Rahmen der Artunterschiede heraustreten. Weitere Untersuchungen müssen zeigen, inwieweit eine solche Erscheinung allgemeine Gültigkeit besitzt; wird es gelingen, ein identisches Resultat

noch bei einigen Formen verschiedener systematischer Stellung zu erhalten, so kann die Frage über die ausschließliche Rolle des Kernes bei der Verwirklichung der Artunterschiede restlos gelöst werden. Dann muß die Untersuchuug auf größere taxonomische Einheiten übertragen werden.

Selbstverständlich kann eine solche Untersuchungsmethode nur eine Frage beantworten: wovon werden die Unterschiede zwischen verschiedenen taxonomischen Einheiten bestimmt — durch den Kern oder das Protoplasma? Was die Frage anbetrifft, wovon die Ähnlichkeit, nach welcher diese Einheiten in Gruppen höherer Ordnung vereinigt werden, abhängt, so bleibt diese Frage wie früher ungelöst. Das einzige, was wir auf Grund der angeführten Tatsachen vermuten können, ist, daß die Artunterschiede durch die Eigenschaften des Kernes bestimmt werden. Zukünftige Untersuchungen müssen die Rolle bestimmter Chromosomen bei der Verwirklichung einzelner Züge der Art-Organisation feststellen; und hier kann die Methode der Artbastardierung wieder große Dienste leisten.

Ich betrachte es als meine nächste Aufgabe, eine allseitige Untersuchung der Bastarde *C. tectorum* × *C. alpina*, sowie auch der reziproken Kombination durchzuführen. Für diese Zwecke habe ich im vergangenen Sommer zahlreiches Material vorbereitet.

Moskau, den 20. November 1926.

Literaturverzeichnis.

BABCOCK, E. and MANN, M. (1926). Chromosome number and individuality in the genus *Crepis*. II. The chromosomes and taxonomic relationships. — University of California publications in agricultural sciences, Vol. 2, N. 11, p. 315–341.

FARMER, J. and WILLIAMS, J. (1898). Contributions to our knowledge of the Fucaceae: their life-history and cytology. — Phil. Transact. R. Soc., Vol. 190, p. 623–645.

FEDERLEY, H. (1913). Das Verhalten der Chromosomen bei der Spermatogenese der Schmetterlinge Pygaera anachoreta, curtula und pigra sowie einiger ihrer Bastarde. — Zeitschr. f. indukt. Abst.- u. Vererbungslehre, Bd. 9, p. 1–110.

HOFFMANN, O. (1891). In „Die natürlichen Pflanzenfamilien“, Bd. 4, N. 5, p. 373–374.

WINKLER, H. (1901). Über Merogonie und Befruchtung. — Jahrb. f. wiss. Botanik, Bd. 36, p. 753–775.

14. A. Rimbach: Die Geschwindigkeit und Dauer der Wurzelverkürzung.

(Eingegangen am 1. Februar 1927. Vorgetragen in der Februarsitzung.)

An einer Anzahl von Pflanzenarten mit stärkerer Wurzelverkürzung habe ich außer der Größe dieser Verkürzung[1]) auch deren Geschwindigkeit und Dauer ermittelt. Die Beobachtungen wurden angestellt an Pflanzenexemplaren, welche in Vegetationsgefäßen und in lockerer Erde, aber im übrigen unter natürlichen Bedingungen wuchsen.

I. Die Geschwindigkeit der Wurzelverkürzung.

Hier sei für eine Reihe von Arten der annähernd höchste Betrag der Zusammenziehung der ganzen Wurzel in 24 Stunden in Millimetern angegeben.

1. Hauptwurzeln (Pfahlwurzeln) von Dikotylen.

¼ mm: *Trifolium pratense, Medicago sativa, Canarina campanula, Sonchus oleraceus.*

½ mm: *Chenopodium ambrosioides, Saponaria officinalis, Anemone coronaria, Papaver somniferum, Argemone mexicana, Raphanus sativus, Conium maculatum, Asclepias tuberosa, Verbascum olympicum, Mandragora officinarum, Dipsacus fullonum.*

1 mm: *Urtica cannabina, Beta vulgaris, Rumex acetosa, Rheum undulatum, Eschscholtzia californica, Oenothera acaulis, Bryonia alba, Carum carvi, Apium graveolens, Pimpinella saxifraga, Gentiana cruciata, Ipomoea platensis, Symphytum officinale, Silybum Marianum, Tragopogon porrifolius.*

2 mm: *Mirabilis jalapa, Phytolacca decandra, Foeniculum vulgare, Daucus carota.*

2. Adventivwurzeln von Dikotylen.

½ mm: *Clematis recta, Podophyllum Emodi, Geum urbanum, Trifolium repens, Glaux maritima, Plantago major, Stachys lanata, Valeriana officinalis.*

---

1) A. RIMBACH: Die Größe der Wurzelverkürzung. Diese Berichte. 1926. S. 328.

1 mm: *Ranunculus peruvianus*, *Fragaria vesca*, *Ruellia tuberosa*, *Betonica grandiflora*, *Phlomis tuberosa*, *Succisa pratensis*.
2 mm: *Oxalis lasiandra*, *O. elegans*, *Helianthus atrorubens*, *Dahlia variabilis*.

3. Adventivwurzeln von Monokotylen.

¼ mm: *Chloraea membranacea*, *Stenorhynchus squamulosus*.
½ mm: *Alisma plantago*, *Sparganium ramosum*, *Zantedeschia aethiopica*, *Tradescantia virginica*, *Dasylirion acrotriche*, *Agapanthus umbellatus*, *Allium ascalonicum*, *A. fistulosum*, *Ornithogalum arabicum*, *Anthericum algeriense*, *Asparagus officinalis*, *Canna indica*.
1 mm: *Commelina coelestis*, *Allium schoenoprasum*, *Tritoma aloides*, *Narcissus tazetta*, *Polyanthes tuberosa*, *Agave sessiliflora*, *Hypoxis decumbens*, *Iris germanica*, *Sisyrhinchium Jamesoni*, *Musa ensete*.
2 mm: *Allium porrum*, *Nothoscordum euosmum*, *Eucharis amazonica*, *Phaedranassa chloracea*, *Freesia refracta*, *Gladiolus communis*, *Musa paradisiaca*.

Da die Zusammenziehung in der Längsrichtung immer schon an der ganz jungen Wurzel beginnt, und da sie in jedem Abschnitt der Wurzel auftritt, bald nachdem dieser sein Längenwachstum beendet hat, so finden Verlängerung an der Spitze und Verkürzung im älteren Teile zu gleicher Zeit statt. Das Verhältnis zwischen Längenzunahme an der Spitze und Längenverlust im älteren Teile zeigen die folgenden Beispiele. Es geschahen an jungen Wurzeln in 24 Stunden gleichzeitig folgende Bewegungen: *Medicago sativa*. Hauptwurzel. Verlängerung von 11 mm und Verkürzung von ¼ mm. *Stachys lanata*. Adventivwurzel. Verlängerung von 6 mm und Verkürzung von ½ mm. *Allium porrum*. Adventivwurzel. Verlängerung von 5 mm und Verkürzung von 1½ mm. *Zantedeschia aethiopica*. Adventivwurzel. Verlängerung von 5 mm und Verkürzung von ½ mm.

Die Längenzunahme überwiegt also bei lebhaft wachsenden Wurzeln die Verkürzung beträchtlich. Wenn jedoch die Wurzelspitze infolge von Beschädigung ihr Wachstum vermindert oder ganz einstellt, so geht die Verkürzung der älteren Teile trotzdem weiter, und die ganze Wurzel verliert dann an Länge.

II. Die Dauer der Wurzelverkürzung.

Da die Zusammenziehung der Wurzel ganz allmählich aufhört, so kann ihre Beendigung nur annähernd festgestellt werden. Ich gebe hier für eine Reihe von Arten die ungefähre Dauer der ununterbrochenen Verkürzung der ganzen Wurzel in Monaten an.

1. Hauptwurzeln (Pfahlwurzeln) von Dikotylen und Cycadinen.

1½ Monat: *Datura stramonium, Borrago officinalis.*

2 Monate: *Herniaria glabra, Mirabilis jalapa, Colignonia scandens, Brassica rapa, B. napus, Erodium gruinum, Echium vulgare.*

3 Monate: *Rumex crispus, Saponaria officinalis, Raphanus sativus, Papaver somniferum, P. bracteatum, Argemone mexicana, Bocconia frutescens, Oenothera biennis, Sida napaea, Bryonia alba, Trifolium pratense, Pimpinella saxifraga, Apium graveolens, Daucus carota, Cynoglossum furcatum, Verbascum olympicum, Centranthus ruber, Wahlenbergia grandiflora, Incarvillea Delavayi, Salvia globosa, Silybum Marianum, Scorzonera hispanica, Tragopogon porrifolius, Sonchus oleraceus.*

4 Monate: *Rumex acetosa, Beta vulgaris, B. cicla, Anemone coronaria, Eschscholtzia californica, Conium maculatum, Carum carvi, Foeniculum officinale, Asclepias tuberosa, Mandragora officinarum, Dipsacus fullonum, Cynara scolymus, Taraxacum officinale.*

5 Monate: *Cycas Rumphii, Zamia muricata, Trifolium hybridum, Medicago sativa, Lavatera cachemiriana, Statice incana.*

6 Monate: *Rheum undulatum, Aquilegia vulgaris, Moringa pterigosperma, Convolvulus Ottonis, Ipomoea platensis, Gentiana cruciata, Canarina campanula.*

2. Adventivwurzeln von Dikotylen.

1½ Monat: *Eryngium nudicaule, Fragaria vesca, Glaux maritima, Plantago major, Bellis perennis, Hieracium pilosella, Leontodon autumnale, Chaptalia nutans.*

2 Monate: *Ranunculus Bonplandianus, R. peruvianus, Clematis recta, Geum urbanum, Ruellia tuberosa, Stachys lanata, Betonica grandiflora, Valeriana officinalis, Succisa pratensis.*

3 Monate: *Podophyllum Emodi, Trifolium repens, Oxalis articulata, O. tetraphylla, O. elegans, Acanthus mollis, Phlomis tuberosa, Dahlia variabilis.*

3. Adventivwurzeln von Monokotylen.

1 Monat: *Alisma plantago, Allium porrum, A. schoenoprasum, A. fistulosum, Freesia refracta, Ixia viridiflora, Montbretia crocosmaeflora.*

1½ Monat: *Ornithogalum arabicum, Anthericum algeriense, Brodiaea capitata, Tigridia pavonia, Calydorea nuda, Gladiolus communis, Sisyrhinchium Jamesoni, Heliconia latispatha, H. brasiliensis.*

2 Monate: *Arum maculatum*, *Lilium martagon*, *Galtonia candicans*, *Tritoma aloides*, *Asparagus officinalis*, *Polyanthes tuberosa*, *Agave sessiliflora*, *Hypoxis decumbens*.

2½ Monate: *Carludovica palmata*, *Nothoscordum euosmum*, *Iris germanica*.

3 Monate: *Zantedeschia aethiopica*, *Allium ursinum*, *Asphodelus ramosus*, *Dasylirion acrotriche*, *Phaedranassa chloracea*, *Amaryllis belladonna*, *Musa ensete*, *M. paradisiaca*.

5 Monate: *Chloraea membranacea*, *Stenorhynchus squamulosus*.

Über 5 Monate: *Philodendron bipinnatifidum*.

Bei den Adventivwurzeln der hier erwähnten Monokotylen und auch bei denen der meisten Dikotylen erleidet die Verkürzung keine Unterbrechung. Dasselbe ist der Fall bei den ein- und zweijährigen Pfahlwurzel-Dikotylen, von denen die letzteren sich nur in der ersten Vegetationsperiode zusammenziehen. Dagegen wird bei manchen vieljährigen Dikotylen mit Pfahlwurzel, und wahrscheinlich auch bei solchen mit langlebigen Adventivwurzeln, welche ausgesprochene Ruhezeiten haben, die Verkürzung nicht in der ersten Vegetationsperiode abgeschlossen. Sie steht zwar während der Ruhezeit der Pflanze still, hebt aber mit dem neuen Austreiben der Sprosse wieder an. So fand ich in der zweiten Vegetationsperiode, nach mehrmonatigem Stillstand der Verkürzung, im basalen Wurzelteile eine nochmalige Zusammenziehung von 1 bis 2 cm an *Rheum undulatum*, *Urtica cannabina*, *Asclepias tuberosa*, *Incarvillea Delavayi*, *Platycodon Mariesii*, *Wahlenbergia grandiflora*, *Ipomoea platensis*, *Convolvulus Ottonis* und *Gentiana cruciata*. Erneute Verkürzung desselben basalen Wurzelteiles sah ich bei *Urtica cannabina*, *Wahlenbergia grandiflora* und *Gentiana cruciata* auch noch in der dritten Vegetationsperiode.

---

15. M. O. Reinhardt: Mykologische Mitteilungen.

(Mit 1 Abbildung im Text.)

(Eingegangen am 25. Februar 1927. Vorgetragen in der Februarsitzung.)

II. *Phykomyces* spec.?

H. BURGEFF[1]) hat 1925 einen *Phykomyces* beschrieben, den er auf Kakaoresten aus Hamburg erhalten hatte und den er für den von VAN TIEGHEM zuerst genauer beschriebenen *Ph. nitens* hält, während er den seit BLAKESLEEs Untersuchungen in beiden Geschlechtern in den botanischen Instituten gezogenen *Ph. Blakesleanus* nennt.

Die *Phykomyces* sind meistens in Ölmühlen oder auf ölhaltigen Substraten und in südlichen Gegenden oder auf aus solchen stammendem Substrate gefunden worden; ich habe im September 1914 auf einem Felde bei Hedersleben am Harz, nördlich von Quedlinburg, einen *Phykomyces* auf Mist von Hasen oder Kaninchen gefunden. Bei der Kultur bildete er weder mit dem + noch — Stamm von *Phykomyces* Zygosporen und wich auch sonst im Wachstum und Aussehen von ihm ab; er keimt und wächst etwas schneller als der *Ph. Blakesleanus*, wird etwas höher und sieht dunkler aus. Die Columella zeigt immer eine Einschnürung in der Mitte, die bei dem anderen selten auftritt. Die Sporen sind länglich, ihre Breite beträgt 6—8 μ, ihre Länge 16—30 μ, während die von *Ph. Blakesleanus* mehr elliptisch sind, auch 6—8 μ breit, aber nur 16—20 μ lang. Die bekannten Bläschen an den kurzen Nebenästen des Mycels treten früher auf und zwar bis an den Rand des wachsenden Mycels, während sie sich bei *Blakesleanus* erst mehrere Millimeter hinter dem wachsenden Rande bilden; bei erlöschendem Wachstum bilden sich die Blasen bei beiden Arten auch am Rande.

Herr Professor BURGEFF hat eine Reinkultur erhalten und will feststellen, ob dieser *Phykomyces* mit *Ph. nitens* identisch ist.

III. *Circinella minor* var. *asperior*.

Herr Professor P. CLAUSSEN sandte mir im Februar 1917 aus Mitau einen Pilz, den ich als *Circinella minor* Lendler bestimmte. A. LENDNER[2]) hat *Circinella minor* von der *C. umbellata* getrennt,

1) Über Arten und Artkreuzung in der Gattung *Phykomyces* Kunze. Flora 1925, Bd. 18, 19, GOEBEL-Festschrift.

2) A. LENDNER, les Mucorinées de la Suisse. 1908.

weil sie bedeutend kleiner ist und nur 3—4 Sporangien in dem doldenartigen Sporangienstand bildet, während *umbellata* deren 15—20 trägt; auch hat *minor* eine runde, *umbellata* eine zylindrische Columella.

Die *C. minor* aus Mitau bildet 1—5 Sporangien in einem Fruchtstand; ihre Columella ist meistens rund, doch kommen auch zylindrische vor, fast doppelt so hoch wie breit. In den Kulturen treten Formen auf mit stachlichten Auswüchsen auf der Columella, ähnlich denen bei *Mucor plumbeus*, dem VAN TIEGHEM deshalb den Namen *M. spinosus* gegeben hat. In derselben Kultur fanden sich glatte und stachlichte Columellen. Ich erwähne dies, weil schon SCHRÖTER[1]) neben der *C. umbellata* eine Form mit stachlichten Columellen beschrieben hat als var. *asperior*. LENDNER hat diese Varietät (a. a. O. S. 105) zu einer neuen Art erhoben: *C. aspera*. Während SCHRÖTER seine Form als „etwas kräftiger" angibt, beschreibt LENDNER seine neue Art als nur halb so hoch mit meist nur 15 Sporangien, während *umbellata* deren 20 hat. Die Fruchthyphen stehen nicht gerade aufrecht, sie ranken mehr oder weniger aneinander; die Höhe des Rasens wechselt nach Substrat und Feuchtigkeit, und auch die Zahl der Sporangien wechselt. Vielleicht sind *C. umbellata* und *aspera* auch nur Wuchsformen, bei denen gelegentlich die Stacheln auf der Columella auftraten wie bei *C. minor* aus Mitau.

Wir hätten dann die größere:

C. umbellata und var. *asperior*

und die kleinere:

C. minor und var. *asperior*.

IV. *Trichothecium roseum* Link.

Trichothecium roseum ist ein auf toten Pflanzenteilen und auf Früchten verbreiteter Hyphomycet, der oft mit anderen Pilzen verwechselt ist und es noch wird[2—7]). Bekannt ist seine Verwechslung mit dem *Verticillium* ähnlichen *Acrostalagmus cinnabarinus*, der sich

---

1) Kryptogamenflora von Schlesien, Bd. III, Pilze I, S. 206.

2) HOFFMANN, Botan. Zeitung, 1854, S. 249.

3) BAIL, Botan. Zeitung, 1855, S. 673.

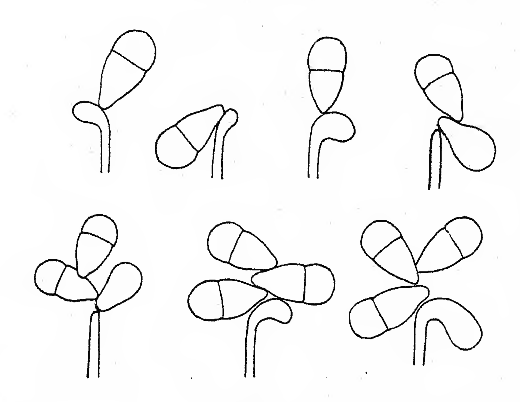
4) LOEW, Botan. Zeitung, 1867, S. 73.

5) DE BARY, Bot. Zeitung, 1867, S. 76.

6) HARZ, Über *Trichothecium roseum* Link und dessen Formen. Verhandl. d. K. K. zoolog. bot. Ges. in Wien, Bd. 21, 1871.

7) LOEW, Ueber zwei kritische Hyphomyceten. Programm d. Kgl. Realschule zu Berlin, 1874.

von ihm durch die kleinen einzelligen Sporen unterscheidet, und mit *Arthrobotrys oligospora. Arthrobotrys* hat zwar ähnliche zweizellige Sporen, aber die Fruchthyphen durchwachsen die Sporenköpfchen, so daß mehrere Köpfchen übereinander stehen; die Sporen entstehen an den angeschwollenen Knoten, an kleinen sterigmenartigen Auswüchsen, die Fruchthyphe ist also gegliedert. Dagegen hat *Trichothecium* nur ein Scheinköpfchen, es wird immer nur eine Spore unmittelbar am Ende der Fruchthyphe abgeschnürt; oft noch bevor die Querwand zwischen den beiden Zellen der älteren Spore gebildet ist, beginnt schon das Wachstum der jüngeren, die pfeifenkopfartig seitlich angelegt wird und die ältere Spore



bei Seite drängt (siehe Abbildung). Dies seitliche Auswachsen ähnelt dem der Fruchthyphen bei *Phytophthora* und der Zoosporangiumbildung bei *Achlya.* Bei üppigem Wachstum können so 30 und mehr Sporen gebildet werden, die lose im Köpfchen zusammenhängen und manchmal eine längere Kette bilden können. Bei schlechter Ernährung, Erschöpfung des Substrats kann sich die Bildung auf eine Spore beschränken; wir haben dann das *Cephalothecium roseum* Corda. Die Sporen sind zierliche, zartwandige Gebilde, die untere Zelle erweitert sich sehr bald bis zur Breite der oberen Zelle, die fast halbkugelig ist. Die Fruchthyphe hat einen Durchmesser von 2 μ, die Spore ist 20 μ lang und oben 8 μ breit. Überraschend ist die lange Keimfähigkeit der Sporen; ohne besondere Sorgfalt im Reagenzglas auf Agar gezogen und aufbewahrt keimten sie noch nach 3 Jahren.

Bekannt ist die schöne Arbeit von ZOPF: Über einen Nematoden fangenden Schimmelpilz *Arthrobotrys oligospora* Fresenius[1]). Im

1) Nova acta LEOP. CARL, Bd. 52, S. 321.

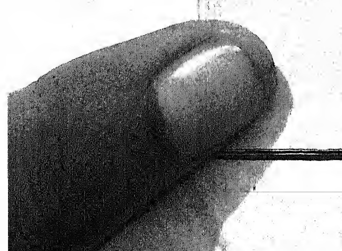
Jahre 1911 hatte JOHANN VAUHA eine Arbeit angekündigt über *Trichothecium roseum*, einen Pilz, der im Boden Nematoden fängt und vernichtet[1]). Ich habe in der Literatur nicht finden können, ob die Arbeit erschienen ist; es wird sich aber wohl nicht um *Trichothecium*, sondern um *Arthrobotrys* gehandelt haben.

Eingehend hat MATRUCHOT[2]) die Entwicklung von *Trichothecium* in einer besonderen Abhandlung geschildert, er beschreibt Abweichungen vom regelmäßigen Bau der Sporen, vor allem aber hat er eine zweite Art von Sporen in Kulturen auf rohen Kartoffeln und Mohrrüben erhalten. Kleine, wirtelig verzweigte Fruchthyphen tragen einzelne nur 1—3 μ große Sporen. MATRUCHOT hat diese kleinen Sporen nicht von allen *Trichothecium* erhalten, von einigen nur auf Kartoffel, nicht aber auf Mohrrübe, er nimmt an, daß *Trichothecium* mehrere Spielarten bilde, er hat die kleine Sporen bildende Abart *Cephalothecium roseum* forma *pseudoverticillium* genannt.

Ich habe seit 1885 eine Anzahl *Trichothecium roseum* verschiedensten Ursprungs in Kultur gehabt, von trocknen Zweigen, Früchten, Bohnen, Haselnüssen, auch eine Form von Herbarpflanzen aus dem Kaukasus; Verschiedenheiten im Wuchs habe ich nicht gefunden. Die einzelligen Sporen MATRUCHOTs auf rohen Kartoffeln und Mohrrüben habe ich nicht erhalten, aber einmal im Juli 1886 ist es mir geglückt, auf Bohnen Pykniden zu erhalten. Ich hatte *Trichothecium* im Schwarzwald auf *Phaseolus multiflorus* gefunden und auf sterilisierten Bohnen ausgesät; die Schale der Bohnen hatte ich mit einer Nadel durchbohrt, um dem Pilz das Eindringen zu erleichtern. Die Bohnen bedeckten sich bald mit dem roten Überzug von Fruchthyphen und Sporen, und nach 4 Wochen traten etwa 3 mm große weiße Erhebungen auf; es waren Pykniden mit einfacher Höhlung, deren Wand kurze Fruchtträger entsprangen, die zahlreiche stäbchenförmige 2 μ lange Sporen trugen. Nach der Beschreibung von MATRUCHOT würden diese Pyknidosporen seinen Conidien auf rohen Kartoffeln ähnlich sein an Größe und Form. Die Pyknidosporen keimten leicht, ihr Mycel trug wieder die großen zweizelligen *Trichothecium*-Sporen. Auch sofort auf Bohnen ausgesäte Pyknidosporen ergaben keine neuen Pykniden. Auch alle weiteren Versuche auf Bohnen, Früchten von *Castanea* und von *Aesculus*, auf Zweigen von Gymnospermen und Angiospermen im Laufe der Jahre blieben ohne Erfolg. Die Pykniden von 1886 habe ich leider nicht näher untersuchen können,

1) Zeitschr. f. d. Landw. Versuchsw. in Österreich, Jahrg. 14, S. 613.

2) Recherches sur le developpement de quelques Mucedinées, Paris 1892.



ich erwartete nach Entnahme von Pyknidosporen zu Kulturen die Bildung von *Ascus*früchten neben den Pykniden, oder von Ascis in ihnen, aber sie erschöpften sich in der Bildung von Pyknidosporen und zerfielen.

V. Das Abschleudern der *Aecidium*-Sporen.

A. ZALEWSKI[1]) hat zuerst das Ausschleudern der *Aecidium*sporen aus den Bechern beschrieben, ohne die Art dieses Herausschleuderns erklären zu können. Er gibt die Höhe beziehentlich die Entfernung, bis zu der die Sporen geschleudert werden, auf 15—20 mm an. BULLER[2]) hat ebenfalls das Herausschleudern der *Aecidium*sporen untersucht und bestätigt die Beobachtungen von ZALEWSKI. BULLER ist sich auch nicht völlig klar über die Art, wie das Schleudern vor sich geht, hat aber richtig erkannt, daß es nur erfolgt, wenn genügend Feuchtigkeit vorhanden ist, und Wirtspflanze und Pilz turgescent sind. BULLER weist darauf hin, daß die Sporen in den Reihen mit flacher horizontaler Wand aneinander hängen und durch eine bindende Intercellularsubstanz (cementing intercalary-cell substance) zusammengehalten werden. Der Druck des Zellinhalts, also der Turgor, sucht die Zellen abzurunden, die flachen Horizontalwände werden convex, die obere Spore trennt sich dadurch von der unteren, und durch den Druck der Nebenreihen und des ganzen Bechers, schließlich auch der turgescenten Wirtspflanze wird die Spore herausgeschleudert. Gegen diese Erklärung läßt sich kaum etwas einwenden.

Ich habe 1886 auf Veranlassung von DE BARY ebenfalls Versuche mit Aecidien angestellt. Auf einer Calystegia in der Nähe des botanischen Instituts in Straßburg schleuderten die Aecidien der *Puccinia convolvoli* so lebhaft, daß die Blätter in der Nähe der Becher ganz von den roten Sporen bedeckt waren. Bei geeigneter Versuchsanstellung konnte man bei schwacher Vergrößerung unter dem Mikroskop die Sporen in die Höhe fliegen, und bei nicht zu dünnen Schnitten, so daß die Becher auf der Hochkante lagen, auch seitlich herausschleudern sehen. Dies Herausschleudern findet nur statt, wenn alle Teile genügend turgescent sind, und in mit Wasserdampf gesättigtem Raume. In Berlin habe ich diese Versuche fortgesetzt, außer mit *Puccinia convolvoli* habe ich mit *P. graminis (Aec. berberidis)*, *P. caricis (Aec. Urticae)*, *P. coronifera* (*Aec. Rhamni)*

1) Über Sporenabschnürung und Sporenabfall bei den Pilzen, Flora Bd. 66, 1883, S. 268—270.

2) Researches on Fungi Bd. III, 1924, S. 552ff.

und *P. poarum* (*Aec. tussilaginis*) Versuche angestellt mit demselben Erfolg. Da ich die Pflanzen hier aus der weiteren Umgebung holen mußte, waren sie meist schwach angewelkt, in Wasser gestellt wurden sie wieder turgescent und schleuderten. Das Schleudern findet nur bei genügender Turgescenz und im Wasserdampf gesättigten Raume statt; es ist nötig, namentlich bei Schnitten, das Wasser vorsichtig zuzusetzen, denn sobald flüssiges Wasser zwischen die Sporenreihen dringt, hört das Schleudern sofort auf. Bei *Aec. urticae* beobachtete ich das Schleudern der Sporen nach seitwärts; um die nötige Feuchtigkeit zu erhalten, setzte ich etwas Wasser zu, leider etwas zu viel, denn das Wasser erreichte die Sporenreihen, und das Schleudern hörte auf und wurde nicht wieder aufgenommen; dabei war aber die Entwicklung der Sporen zunächst nicht unterbrochen, ich sah die Sporenreihen sich weiter verlängern, der Rand der Sporen rückte im Gesichtsfeld weiter vor, im ganzen um ½ mm. Dies wird nicht allein auf Wachstum der Sporenreihen, sondern auch auf Ausdehnung der Wirtszellen zu setzen sein, die ja auch nun ihre volle Turgescenz erreicht hatten, aber deutlich quollen die Sporenreihen aus dem Becher hervor, ohne zu schleudern.

Auch ich habe die Frage nicht gelöst, glaube aber, daß die Zwischenzellen eine mehr als passive Rolle spielen, ja daß sie, obgleich bedeutend kleiner als die Sporen, genügend Kraft entwickeln können, die Sporen 15—20 mm fortzuschleudern. Folgende Erwägungen und Beobachtungen haben mich zu dieser Annahme gebracht. Erstens werden bei *Aec. convolvoli* und *urticae* die Zwischenzellen völlig zerstört. Auf Schnitten, bei denen ich lebhaftes Abschleudern nach der Seite beobachtet hatte, konnte mikroskopisch keine Zwischenzelle oder erkennbare Stücke von ihr gefunden werden, trotzdem das ganze Gesichtsfeld voller Sporen lag. Die Zwischenzellen zerplatzen und dabei werden die Sporen fortgeschleudert. Dies Zerplatzen geschieht nur in wasserdampfgesättigter Luft, aber nicht im Wasser selbst! Sobald Wasser zu den Zwischenzellen dringt, platzen sie nicht, sondern werden funktionslos. Welcher Art der Stoff ist, der die Zwischenzellen zersprengt, habe ich nicht ergründen können. Einen zweiten Grund habe ich noch für die Annahme, daß die Zwischenzellen beim Schleudern mitwirken. Bei *Aec. berberidis* werden nicht nur einzelne Sporen, was bei den übrigen Aecidien die Regel ist, abgeschleudert, sondern Reihen von 2—6 Sporen; diese Sporen hängen ohne Zwischenzellen aneinander. Die Zwischenzellen werden gebildet, indem jede Sporenmutterzelle sich durch eine Querwand in die obere *Aecidium*spore und die untere Zwischenzelle teilt;

die obere Zelle wächst zu der großen dickwandigen Spore heran, die untere bleibt klein und dünnwandig und wird zur Zwischenzelle. Ob bei *Aec. berberidis* nicht immer abwechselnd Spore und Zwischenzelle gebildet, sondern die ganze Mutterzelle zur Spore wird, und die Teilung nur von Zeit zu Zeit stattfindet, oder ob die Zwischenzelle so schwach ist, daß sie nicht zerplatzt, habe ich leider nicht feststellen können.

Daß die Zwischenzellen mit der Entleerung der *Aecidium*sporen im Zusammenhang stehen, zeigen auch die langen stäbchenförmigen Zwischenzellen der *Roestelia*arten. Die *Roestelia*becher schleudern nicht, ihre Pseudoperidie reißt nicht becherartig auf, so daß das Sporenlager frei wird, sondern die Zellreihen der Pseudoperidie weichen seitlich voneinander und lassen gitterartige Öffnungen entstehen. Die langen Zwischenzellen dienen dazu, die Sporen emporzuheben, damit sie vom Winde durch die seitlichen Öffnungen verbreitet werden. Außer bei *Roestelia*, wo sie schon DE BARY[1]) nachgewiesen hat, finden sich diese langen dünnen Zwischenzellen auch bei *Aec. conorum*[2]).

Vor kurzem hat GÄUMANN[3]) festgestellt, daß die Zwischenzellen bei *Endophyllum dichroae* Rac. 7—9 μ lang und breit sind und erhalten bleiben, so daß die Sporen nicht zerstäuben. GÄUMANN weist darauf hin, daß hier ein Zerstäuben nicht nötig ist, denn diese *Endophyllum*sporen sind Teleutosporen, und ihre Sporidien werden vom Promycel abgeschleudert und so verbreitet.

Bei unserem *Endophyllum sempervivi* bleiben nach H. HOFFMANN[4]) die Zwischenzellen sehr klein, das zeigen auch sehr schön die Abbildungen 6 und 20 auf Tafel 1 und 2. Ob sie aber, wie HOFFMANN angibt, „von den sich ausdehnenden Sporen zerdrückt werden, so daß sie nur noch als winzige Anhängsel derselben erscheinen, bis sie schließlich ganz verschwinden", kann ich nicht entscheiden, da ich keine Versuche mit *Endophyllum* angestellt habe. Sollten die Zwischenstücke nicht zerplatzen und die Sporen nicht verstäuben, so hätten wir hier auch den Fall, daß die Zwischenzellen funktionslos geworden sind, weil die Sporidien der Verbreitung dienen, also ähnlich wie bei GÄUMANNs *E. dichroae*.

---

1) Brandpilze, 1853.

2) REESS: Die Rostpilzformen der deutschen Coniferen, Abh. der Naturforscher-Ges. zu Halle, Bd. XI, 1869.

3) Mykolog. Mitteilungen III, Annales mycologici, Bd. 25, 1927.

4) Zur Entwicklungsgeschichte von *Endophyllum Sempervivi*, Zentralblatt für Bakteriologie, Abt. II, Bd. 32, 1911, S. 137ff.



GÄUMANN erwähnt a. a. O. Seite 177 eine Arbeit von DODGE[1]), in der dieser die Zerstäubung der Aecidiumsporen von 2 Pilzen beschreibt, *Gymnosporangium myricatum* und *Puccinia Podophylli*, die sich völlig abweichend verhalten. Bei beiden Arten wird durch Pfropfen, die aus der Membransubstanz der Keimporen entstehen, ein Druck auf das Endospor ausgeübt und dieses ins Zellinnere eingestülpt. Beim Öffnen der Peridie läßt der allseitige Druck nach, das Endospor streckt sich ruckweise und schleudert unter Abwerfen des Pfropfens die Sporen bis 1½ cm weit aus dem Becher weg. Die Entfernung ist die gleiche, aber solche Membranpfropfen sind bei anderen Aecidien bis jetzt nicht beobachtet. Es wäre wichtig für die von mir angenommene Wirkung der Zwischenzellen, ob solche bei den beiden Pilzen vorhanden sind, ob sie bei der Verstäubung verschwinden, oder ob sie funktionslos geworden sind.

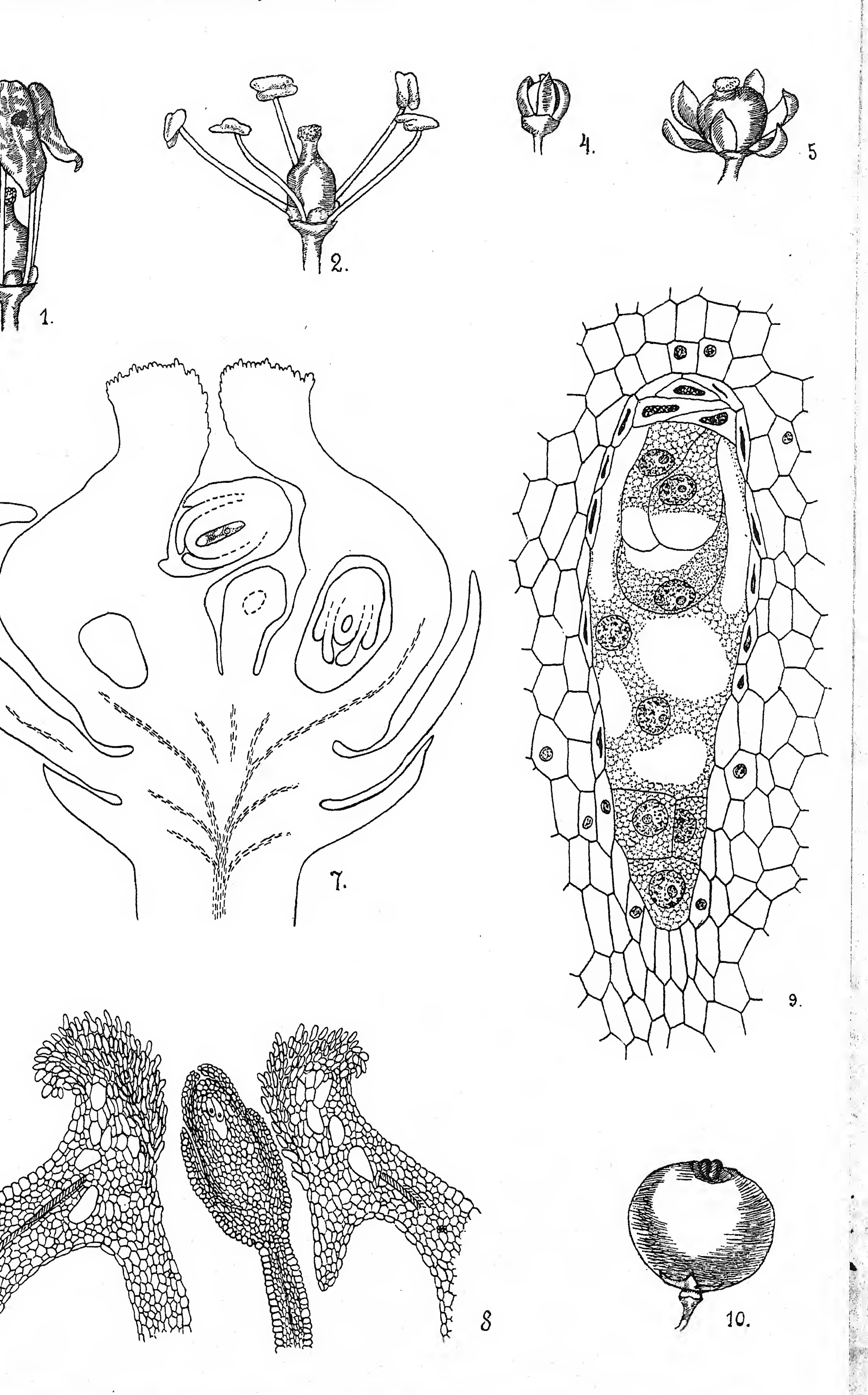
Für drei Aecidien, die von *Puccinia rubiivora*, *P. Hamamelidis* und *P. Galii*, hat schon P. MAGNUS[2]) das Ausstoßen kleiner Membranpartien beschrieben, so daß „nach deren Wegfall kleinere oder größere verdünnte Stellen oder Löcher in der Membran der *Aecidien*sporen zurückbleiben". Aber mit der Entleerung hat dies Abstoßen nichts zu tun. Die von P. RÖSELER gezeichneten Abbildungen auf den Tafeln 12 und 13 zeigen diese tropfenartigen Ausscheidungen, die den zum Teil noch zusammenhängenden *Aecidien*sporen anhaften. Solche „abfallenden Membranplättchen" zählt KLEBAHN[3]) für weitere 24 Aecidien auf.

1) Aecidiospore dicharge as related to the charakter of the spore Wall, Journ. agr. res. 27, 1924.

2) Berichte der D. Botan. Ges., Bd. 19, 1901, S. 297.

3) Kryptogamenflora der Mark Brandenburg, Bd. Va, Pilze III, 1914, S. 104.




1.
2.
4.
5
7.
9.
8
10.

Das 2. Generalversammlungsheft (Schlußheft) für 1926 (Band XLIV) ist am 16. April 1927 erschienen und den Mitgliedern zugesandt worden.

Sitzung vom 25. März 1927.

Vorsitzender: Herr H. MIEHE.

Der Vorsitzende teilt mit, daß die Gesellschaft den Tod folgender Mitglieder zu beklagen hat: Herr

Dr. **Martin Noack,**

Leiter der Dienststelle I D an der Biologischen Reichsanstalt in **Berlin-Dahlem,** gestorben in **Berlin-Südende** am 14. Februar 1927; Herr Professor

Friedrich Reinitzer,

Vorstand des Botanischen Institutes der Technischen Hochschule in **Graz,** gestorben am 16. Februar 1927; Herr Professor

Dr. **Johannes Buchwald,**

Wissenschaftlicher Direktor der Versuchsanstalt für Getreideverarbeitung in **Berlin,** gestorben am 17. März 1927; und Herr

Karl Holzhausen,

Sekretär der Kaiserl. Leopold.-Carol. Akademie der Naturforscher in **Halle a. S.**

Die Anwesenden erheben sich zu Ehren der Dahingegangenen von ihren Plätzen.

Der Vorsitzende verliest ein Glückwunschschreiben, das er an unser korrespondierendes Mitglied Herrn Dr. Otto Stapf in Kew zu seinem 70. Geburtstage am 23. März 1927 gerichtet hat, und das folgendermaßen lautet:

Sehr geehrter Herr Doktor!

Zu Ihrem 70. Geburtstage sendet Ihnen die Deutsche Botanische Gesellschaft als ihrem hochgeschätzten korrespondierenden Mitgliede herzliche Glückwünsche. Wir gedenken an diesem Tage der Förderung, die die botanische Systematik und Morphologie durch die große Zahl Ihrer anerkannten Arbeiten erfahren hat, Studien, zu denen Ihnen das reiche Material des Kew-Herbariums, an dem Sie tätig waren, die Mittel an die Hand gab.

Kew hat vor langen Jahren das Glück gehabt, Sie als Mitarbeiter am Herbarium zu gewinnen, und Sie haben Ihr wesentliches Teil dazu beigetragen, daß dem Institut die ihm von HOOKER und BENTHAM geschaffene Geltung in der wissenschaftlichen Welt erhalten blieb. Ihrer Tätigkeit ist denn auch die äußere Anerkennung nicht versagt geblieben: als Assistant for India kamen Sie 1891 nach Kew, wurden 1899 Principal Assistant und 1909 als Nachfolger von HEMSLEY Keeper of Herbarium and Library, eine Stellung, die Sie bis zu Ihrer nach den Bestimmungen des Gesetzes erfolgenden Pensionierung Anfang 1922 bekleideten. Die gründliche Schulung an der Universität Wien, einer für die Botanik so bedeutsamen Stätte der Wissenschaft, gab Ihnen die gesicherte Grundlage für Ihre spätere Arbeit. Im Jahre 1885 hatten Sie auf einer großen Reise quer durch Persien Gelegenheit, ein wenig bekanntes Land mit einer vielfach extremen Bedingungen angepaßten Vegetation floristisch und pflanzengeographisch zu durchforschen. Durch diese Reise wurden Sie wohl auch veranlaßt, sich der Bearbeitung der in den trockenen Gegenden Mittel- und Vorderasiens mit interessanten Arten vertretenen Gattung *Ephedra* zu widmen; 1889 reiften diese Studien zu dem eindringenden monographischen Werke: Die Arten der Gattung *Ephedra*, das noch heute die Grundlage unserer Kenntnis der Gattung bildet.

Nach Ihrer Übersiedelung nach Kew traten die Gramineen in den Vordergrund Ihres Interesses. Zunächst brachten Sie die Bearbeitung der Familie in der Flora of British India zum Abschluß, dann folgte (1898—1900) die umfangreiche Bearbeitung in der Flora capensis, und heute liegen von Ihrer Hand die ersten Teile der Gramineen für die Flora of Tropical Africa vor. Was Sie im letzteren Werke geben, geht weit über den Rahmen der Kolonial-Floren hinaus und bedeutet in der Neugruppierung und Einteilung der Gattungen, in der Vollständigkeit der Schlüssel und der Gründlichkeit der Beschreibung einen wesentlichen Fortschritt für die Agrostologie; hoffentlich bleibt Ihnen die Muße, das Werk im gleichen Sinne zum glücklichen Ende zu führen. 1897 klärten Sie in einem auch für die Hortikultur wichtigen Aufsatze die Nomenklatur und Verwandtschaftsverhältnisse von *Cortaderia* und *Gynerium*, 1904 beschrieben Sie in ausführlicher Weise die eigenartige Frucht- und Samenentwicklung bei *Melocanna*, und 1906 gaben Sie eine eingehende Darstellung der Geschichte und Systematik der indischen Ölgräser, die mannigfache Irrtümer berichtigte. Daneben liefen bis in die neueste Zeit zahlreiche exakte Einzelbeschreibungen und Bearbeitungen von Sammlungen.

Außer den Gramineen zogen Sie mannigfache andere Gruppen wie die Apocynaceen, Utriculariaceen, Pedaliaceen in den Kreis Ihrer Studien und trugen in floristischen und pflanzengeographischen Arbeiten vieles zur Kenntnis tropischer Gebiete bei. So erschien 1894 Ihre umfangreiche Studie über die Flora des Kinibalu, die neben der Aufzählung der besonders durch die HAVILANDsche Sammlung bekannt gewordenen Pflanzen ausführliche Angaben über den Charakter der Vegetation und der Geschichte der Flora brachte und ihre verwandtschaftlichen Beziehungen analysierte.

Nach Ihrem Rücktritt vom Amt haben Sie neben Ihrer Bearbeitung der tropisch-afrikanischen Gramineen es übernommen, als Herausgeber das altbekannte Botanical Magazine zu neuem Leben zu erwecken. Möge es Ihnen vergönnt sein, Ihre wissenschaftlichen Pläne in weiterer Frische und Rüstigkeit zu fördern. Das ist der Wunsch der Deutschen Botanischen Gesellschaft.

gez. MIEHE.

Der Vorsitzende verliest das Dankschreiben, das von Herrn Geheimrat K. v. Goebel auf den Glückwunsch zu seinem 50jährigen Doktorjubiläum eingegangen ist, ebenso das Antwortschreiben von Herrn Professor Dr. J. Abromeit auf den Glückwunsch zu seinem 70. Geburtstag.

Als neue Mitglieder werden vorgeschlagen:

Kudo, Dr. **Yushun**, Professor der Botanik an der Taiwan Imperial University in **Taihoku** (Formosa) (durch H. HARMS und R. PILGER),

Middendorff, Dr. **E.**, Assistent in **Braunschweig**, Botanisches Institut, Humboldtstr. 1 (durch G. GASSNER und E. HANNIG),

de Riencourt de Longpré, **Patrice**, in **Charmont-sous-Barbuise**, Aube, Frankreich (durch H. MIEHE und H. HARMS),

Weddige, Dr. **Ludwig**, in **Berlin-Schöneberg**, Wexstr. 60 (durch A. ZIMMERMANN und H. KNIEP).

Zu ordentlichen Mitgliedern werden ernannt:

Fricke, Dr. **Georg**, in **Braunschweig**,
Lohwag, Dr. **Heinrich**, Gymnasialprofessor in **Wien III**,
Nawaschin, Dr. **M. S.**, in **Moskau**,
Schmidt, Dr. **Paul**, Oberlehrer in **Wittenberg**,
Smirnov, Dr. **P. P.**, Professor in **Wladiwostok**.

Herr R. Lieske zeigte einen neuen Pfropfbastard und machte nähere Angaben über seine Untersuchungen über die Entstehung der Periklinalchimären. Er nimmt auf Grund verschiedener Beobachtungen und Versuche an, daß die spontan aufgetretenen Pfropfbastarde (*Cytisus Adami* und die *Crataegomespili*) dadurch entstanden sind, daß die Propfstelle mit *Bacterium tumefaciens* infiziert wurde. Aus den sich entwickelnden Gewebswucherungen entstehen dann leicht zahlreiche neue Sprosse, die an gesunden Pfropfstellen nicht auftreten.

Der vorgezeigte Pfropfbastard, soweit sich bisher erkennen läßt aus *Solanum Lycopersicum* mit einer Epidermis von *Sol. Dulcamara* bestehend, wurde hergestellt, um auf physiologischem und ökologischem Gebiete Untersuchungen vorzunehmen. Es sind von der Pflanze bereits jetzt zehn kräftige Exemplare vorhanden, so daß in diesem Sommer genügend Material für Versuche zur Verfügung steht. Weitere Pfropfbastarde zwischen einjährigen und ausdauernden, verholzenden Pflanzen wurden in Aussicht gestellt.

Herr P. Metzner demonstrierte ein neues Mikroskopmodell, das durch Einsetzen eines Zwischenstückes in ein allen Anforderungen genügendes Horizontalmikroskop verwandelt werden kann und den Vorzug großer Billigkeit besitzt. Unter Ausnutzung der Tubusneigung kann das Instrument auch als Meßmikroskop oder zur Untersuchung schräger Flächen Verwendung finden. Außerdem wurde noch ein Horizontaltubus mit Okularstutzen gezeigt, der auf jedes beliebige Mikroskop aufgesetzt werden kann. Beide Instrumente wurden nach Angabe des Vortragenden von R. HOLZ (Berlin S 14, Dresdener Straße 97) ausgeführt.

Mitteilungen.

16. Herm. Budde: Die Rot- und Braunalgen des Westfälischen Sauerlandes.

(Ein Beitrag zur Systematik, Geographie und Periodizität der Algen.)

(Eingegangen am 15. Januar 1927. Vorgetragen in der Februarsitzung.)

Die Rot- und Braunalgen des Süßwassers scheinen in ihrem Vorkommen und ihrer Verbreitung bei algologischen Untersuchungen besonders algengeographischer Art vielfach schlecht behandelt worden zu sein, sonst wäre es nicht möglich, daß viele von ihnen bisher als Seltenheiten bezeichnet wurden. Nach meiner Überzeugung besitzen aber sie gerade ein häufiges Vorkommen. Zwar muß man gründlich die Bäche und Flüsse nach ihnen absuchen, die Wasserfälle unter günstiger Beobachtung durchsammeln und gründlich die Krusten der Gerölle und Felsen abschaben. Ich weise vor allem auf das ausgedehnte Auftreten von *Hildenbrandia rivularis* hin (1). Erschien diese Rotalge vor einigen Jahren noch als große Seltenheit, so daß man vorschlug, sie unter Naturschutz zu stellen (3), so erweist sie sich heute immer mehr als eine der gemeinsten Algen der Gebirgsgegenden, und sie wird nur auszurotten sein, wenn der Wald in Deutschland verschwindet. Was für unser Sauerländisches Gebirge gilt, wird auch in ähnlicher Weise für alle deutschen Mittelgebirge bei genauer Durchforschung sich als Tatbefund ergeben. STADLER (4) fand neuerdings *Hildenbrandia* im Main sehr häufig. Es liegt kein Grund vor, zu bezweifeln, daß sie auch im Mittel- und Unterlauf von Rhein, Weser, Elbe, Oder zu finden sein wird. Nach der Untersuchung einer Probe aus den Gebirgsketten von Tucuman (Südamerika), die vollkommen mit unserer *Hildenbrandia* übereinstimmt, glaube ich, daß diese Rotalge eine gute Stütze für die Ubiquistentheorie der Algen bildet. Solche Tatsachen ermahnen zur Vorsicht bei algengeographischen Ausdeutungen, die sich nur auf zunächst noch spärliche Fundorte gründen. Überhaupt wissen wir heute noch sehr wenig über die Verbreitung der Algen. Die meisten Abhandlungen begnügen sich mit der Kenntnis der Spezies. Und auch in Bezug auf diesen letzten Punkt glaube ich auf Grund meiner bisherigen Algenstudien einmal aussprechen zu müssen, daß

die Aufstellung neuer Arten und Varietäten vielfach zu subjektiv ist, daß infolge Neubenennung, ohne genügende Kenntnis besonders der Jugend- und Durchgangsstadien oder der wechselnden Wuchsformen vieler Algen — z. B. bei den Cyanophyceen — allmählich ein Chaos entstanden ist, das nur schwer zu bereinigen sein wird. Was uns heute nottut, ist darum vor allem eingehende Durchsicht und Durcharbeit der verschiedensten Algengruppen, — nicht Aufstellung neuer Varietäten — und daneben eine gründliche Algengeographie! Ich will nun nicht mit dem vorigen sagen, daß meine folgende Arbeit diesen Forderungen vollkommen entspricht, dazu bedarf man einer langjährig wissenschaftlichen Erfahrung, aber die Ausführungen sollen bis zu einer eingehenderen Darstellung wenigstens zur Beobachtung in anderen Gegenden anregend wirken.

I. Süßwasser-Rhodophyceen.

A. Die Gattung *Chantransia*.

Sie ist weit verbreitet in den sauerländischen Gebirgsbächen. Gerade bei diesen durchweg unselbständigen Gebilden hat die Systematik eine Fülle von Arten und Varietäten geschaffen. Jedes irgendwo gefundene Einzelexemplar scheint neu benannt worden zu sein. BRAND hat das Verdienst, in mehreren Arbeiten diese Süßwasserformen einer grundlegenden Untersuchung und Darstellung unterzogen zu haben. Ich verweise auf die Originalarbeiten (5, 6) und nenne hier nur die von ihm bezeichneten selbständigen und unselbständigen Arten: selbständige: *Chantransia violacea* Kütz, *Ch. Hermanni* (Roth.) Desv. und *Ch. subtilis* Moebius; unselbständige: *Pseudochantransia chalybaea* (Lyngb.) Fries, *Ps. pygmaea* Kütz und *Ps. macrospora* Wood. Die letzteren Arten stellen Jugendformen von *Batrachospermum* dar. Zu den unselbständigen Arten gehört noch *Pseudochantransia Lemaneae*, die Jugendform von *Lemanea*.

Ich habe nun versucht, an Hand der vorliegenden Diagnosen und Bilder die sauerländischen Chantransien zu bestimmen. Leider ist es in den meisten Fällen trotz wiederholter und eingehender Untersuchung nicht möglich, eine gefundene Form der einen oder anderen Art, viel weniger noch der einen oder der anderen Varietät zuzusprechen. Darum steht für mich fest, daß selbst die BRANDsche Darstellung einer Durcharbeit bedarf und eine Vereinfachung am Platze ist. Das, was die Diagnosen in Bezug auf Wuchshöhe und -form, auf Farbe und Zellgröße bei den einzelnen Arten und Varietäten festlegen, greift tatsächlich hin- und herüber. Wer den

Versuch macht, auf Grund solcher Merkmale Bestimmungen vorzunehmen, kommt in vielen Fällen zu keinem Resultat, und man kann wohl geneigt sein, wiederum neue Varietäten aufzustellen. Es stimmt z. T. noch immer, was BRAND von den alten Autoren sagt (6): „Man hat zufällige Einzelfunde beschrieben ohne Kenntnis der allgemeinen Verhältnisse dieser Pflanzen. Es ist deshalb auch die Mehrzahl der aufgestellten Arten ziemlich problematisch; die Varietäten haben meist noch weniger Wert“. Ich möchte darum nach meinen Feststellungen vorschlagen (und bitte, das anderswo nachzuprüfen), nur die folgenden Chantransien als gute Arten gelten zu lassen: *Chantransia violacea*, *Ps. chalybea* und *Ps. Lemaneae*. Diese Arten sind durch ausgeprägte Merkmale unterscheidbar. Im Hinblick auf die Diagnosen in PASCHERs Süßwasserflora (7), Heft 11, gebe ich folgenden Bestimmungsschlüssel:

1. *Chantransia violacea* (Kütz) Brand.

Räschen bis 5 mm hoch, rundlich oder polsterförmig, mitunter zu größeren Polsterflächen zusammenfließend, lebhaft violett oder rötlich, Äste aufrecht abstehend, Endzellen stumpf, mitunter spitz oder in ein Haar ausgehend. Vegetative Zellen 8—12 μ dick, 3—5 mal so lang, Monosporen reichlich. Übergänge nicht bekannt. Vor allem in Gebirgsbächen an Steinen, Felsen, Moosen, Lemanea, Cladophora, Pfählen in stark strömendem- und Spritzwasser.

2. *Pseudochantransia chalybea* (Lyngb.) Brand.

Räschen bis 10 mm hoch, stahlblau, im Alter häufig bräunlich, Äste vielfach straff angedrückt, aber auch mehr oder weniger abstehend, Verzweigung spärlich bis reichlich, Zellen 6—12 μ dick, 3—6 mal so lang als dick, Endzellen abgerundet, Monosporen reichlich, Übergänge zu *Batrachospermum* bekannt. Verbreitet im sauerstoff- und kohlensäurereichen Wasser in Kalk-, Schiefer-, Sandstein- und Urgebirgsgegenden, an Steinen und Felsen im fließenden Wasser, an Moosen, an Brunnen, besonders in stark fließenden Quellen.

3. *Pseudochantransia Lemaneae* Brand.

Räschen bis 5 mm hoch, grünlich bis stahlblau, Verzweigung nicht sehr reich, Äste abstehend, Zellen 13—18 μ dick, 4—6 mal so lang, keine Monosporen. Sprosse von Lemanea sind immer zu beobachten; an Steinen und Felsen im strömenden und schnellfließenden Wasser.

Es bliebe nun noch die Aufgabe übrig, die verschiedenen Wuchsformen einzuordnen und zu charakterisieren. *Pseudochantransia*

Hermanni und *subtilis* kämen als Wuchsform zu *Ps. violacea*, *Ps. pygmaea* und *macrospora* zu *P. chalybea*. Das soll einer späteren Darstellung vorbehalten bleiben. *Ps. chalybea* und *pygmaea* gehören umsomehr zusammen, weil beide in *Batrachospermum moniliforme* übergehen. Ich selbst habe in meiner *Hildenbrandia*arbeit (1, 2) eine neue *Chantransia*art, *Chantransia Hildenbrandiae* Budde, beschrieben, eine Art, die mit *Hildenbrandia rivularis* in Verbindung steht. In der Neueinteilung vorliegender Arbeit möchte ich sie als *Pseudochantransia Hildenbrandiae* Budde als Nr. 4 einreihen. Die von mir aufgefundenen Exemplare unterscheiden sich in nichts von den jüngeren Stadien von *Chantransia violacea*. Immer mehr bestärkt sich aus den Befunden in mir der Glaube, daß meine neue Art zu *Ps. violacea* gehört oder diese selbst ist. Es fehlen mir noch die direkten Beweise, aber in allen Bächen mit reichlich *Hildenbrandia* tritt auch reichlich *Ch. violacea* auf. Es wäre also darauf besonders zu achten. Zum Schluß dieser Betrachtung möchte ich noch sagen, daß eine minutiöse Beschreibung der unselbständigen Chantransien erst dann zu Recht bestände, wenn es gelingen würde, zu jeder *Batrachospermum*- oder *Lemanea*art die zugehörige *Chantransia*art aufzufinden und genau zu beschreiben. Doch glaube ich, daß das Unternehmen schwierig gelingen wird, denn SIRODOT (8) bringt mit *Ps. chalybea* allein acht seiner *Batrachospermum*arten in genetischen Zusammenhang.

1. ***Chantransia violacea*** wächst in allen sauerländischen Bächen. Sie liebt strömendes Wasser, siedelt sich besonders in Wasserfällen an und steigt weit hinauf in die Spritzwasserzone. Sie scheint darum besonders sauerstoffliebend zu sein. Diese *Chantransia*art findet man außer an Steinen und Felsen an Moosen, *Lemanea* und *Cladophora*. Üppig gedeiht sie im tiefen Waldesschatten, wie auch an lichteren Stellen; an ganz offenen, sonnenbestrahlten Wasserfällen entwickelt sie sich ebenso häufig, aber vielleicht bewirkt hier das strömende Wasser eine Herabschwächung der Lichtintensität. Jedenfalls direkt schattenliebend ist sie nicht! Die Zeiten der Hauptentwicklung liegen in den Monaten Mai, Juli-August, November-Dezember, doch trifft man *Chantr. violacea* das ganze Jahr hindurch an. Im Mai lag der Fundpunkt der Hauptentwicklung der Quelle am nächsten, später im Sommer und Herbst-Winter verschwanden hier z. T. die Büschel. Ob irgendwie die Wassertemperaturen wirksam sind, geht aus meinen Tabellen nicht hervor.

Eine noch weitere Verbreitung als die *Chantransia* selbst haben ihre Sohlen, d. s. aus den Monosporen austreibende, kriechende Fäden, die sich häufig ein- bis mehrschichtig zu parenchymatischen

Lagern zusammenlegen, sich eng an die Unterlage anschließen und mit den Lagern der Wasserflechten und anderer Wasseralgen zusammenfließen. In der Nähe von Quellen fand ich diese Sohlen als ausgedehnte makroskopisch erkennbare rötliche Überzüge auf Steinen im fließenden Wasser; im ersten Augenblick sind diese mit Eisenniederschlägen zu verwechseln. An den gleichen Orten wie *Ch. violacea* fand ich auch vielfach Formen, die als *Ch. Hermanni* anzusprechen wären. Wie schon gesagt, sehe ich diese letzteren nicht als selbständige Art an, sondern als Wuchsformen der ersteren, zudem erscheinen mir die spitzen Zellen und Haare hin und wieder als atrophische Bildungen.

2. ***Pseudochantransia chalybea*** tritt in unseren Bächen recht häufig, doch nicht so massig wie *Ch. violacea* auf. Besonders reichlich ist sie in den Quellabflüssen anzutreffen. Große Exemplare sah ich auch in den Ebbebächen, die mit klarer Wasserführung den Bachmuldenmooren des Gebirgskammes entspringen. Sicherlich ist in letzteren Bächen die chemische Beschaffenheit des Wassers eine andere, denn die übrige Algenflora weicht von der anderer Gebirgsbäche ab. In Bezug auf den Chemismus des Wassers scheint diese *Chantransia*art überhaupt wenig empfindlich zu sein, denn sie tritt auch reichlich in unseren Kalkquellen auf. Nach meinen Beobachtungen fordert sie einen gewissen Belichtungsgrad, denn im tiefsten Waldschatten fehlt sie. — Im tiefsten Waldschatten entwickeln sich aber das ganze Jahr hindurch auf fast jedem Bachsteine mit anderen Algen und Flechten zusammen die Sohlen und Rudimentärfäden dieser *Chantransia.* Hier wechseln grüne, violette bis rötliche Farbtöne innerhalb der Fadengebilde miteinander ab. Es ist natürlich ausgeschlossen, zu sagen, welcher *Chantransia*art sie angehören. Kulturversuche sind mir noch nicht geglückt! Im offenen Bachlaufe sind die Sohlen an den Seiten oder in Ritzen und Löchern der Steine und Felsen zu finden.

3. ***Pseudochantransia Lemaneae*** kommt gleichfalls während des ganzen Jahres in unseren Bächen vor. Die stärksten Büschel beobachtet man an überströmten Wasserfelsen und im Spritzwasser daselbst, zudem scheint tiefer Waldschatten bevorzugt zu werden. An den Wasserfällen offener, dem Lichte ausgesetzter Plätze, gedeihen die Büschel weniger üppig, ja, an den Wehren in den Talauen scheinen die Chantransien schwachentwickelte, vergängliche Gebilde zu sein (9).

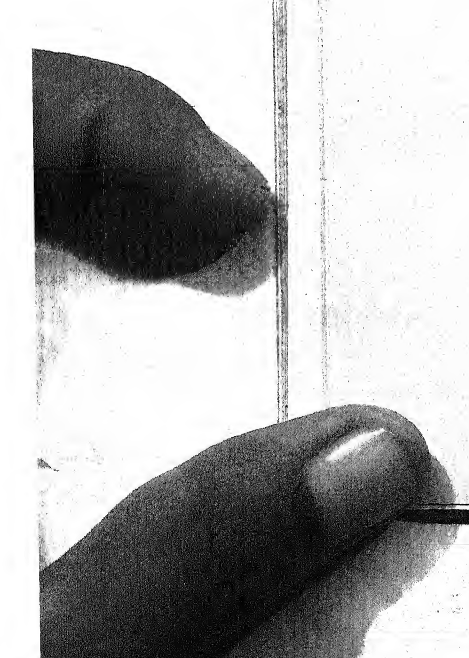
B. Die Gattung *Batrachospermum.*

Mit Sicherheit konnte ich bisher nur *Batrachospermum moniliforme* nachweisen. Ich fand diese *Rodophycee* massenhaft nur

in Quellen und Quellabflüssen, in Kalk- wie auch anderen Quellen. Meistens sah ich sie sich lebhaft aus *Chantransia chalybea* entwickeln und zwar besonders im April-Mai! Weiter unten in den Bächen bemerkte ich *Batrachospermum* nur zerstreut und vereinzelt. *Bat.* scheint mir demnach Stellen größerer Wassertemperaturschwankungen im allgemeinen zu meiden, auch verlangt sie eine gewisse Belichtung, tiefsten Schatten flieht sie. Die Ansicht, daß die *Chantransia* die Schattenform, *Batrachospermum* die Lichtform darstellt, trifft nicht immer zu (10, 11).

C. Die Gattung *Hildenbrandia*.

Meine Beobachtung über *Hildenbrandia rivularis* im Sauerland habe ich schon in einer Arbeit über „Entwicklungsgeschichte von H. r.“ veröffentlicht (1, 2). *Hildenbrandia* ist ja in ausgedehnten Lagern in den meisten Gebirgsbächen vorhanden. Ihr Hauptverbreitungsgebiet liegt aber in der Region von der Quelle bis 1 km weiter abwärts. In der Hauptsache hängt das wohl mit dem hier besonders auftretenden anstehenden Felsen im Bachbett zusammen, der der Alge einen geeigneten Ansiedlungsplatz bietet, vielleicht auch, weil sie ein stenothermes Milieu bevorzugt. Im letzten Herbst machte ich einen Fund, der uns einigen Aufschluß über die Zeit der Einwanderung geben kann; denn die Einwanderung dieser Alge vom Meer durch das Brackwasser ins Süßwasser bis hinauf ins Quellgebiet erscheint doch wohl als die verständlichste Erklärung (12). Wir haben in unserem Sauerland einen Kalkgebirgszug, der sich von Elberfeld kommend über Hagen, Iserlohn nach Osten erstreckt, er ist im Durchschnitt 500 m breit und wird im Süden vom Lenneschiefer, im Norden von oberdevonischen Schiefern begrenzt. Bäche, die nun aus dem Lenneschiefer kommen, versickern an der Kalkgrenze, durchfließen den Kalk unterirdisch und treten an der oberen Grenze als starke Quellen wieder zutage. Der Bach, der hier in Frage kommt, ist der Milchenbach, er verschwindet bei Milchenbach und kommt dann wahrscheinlich als Quelle am Weißenstein bei Hohenlimburg im Lennetal wieder zum Vorschein. Das Landschaftsbild zeigt aber in dem Taleinschnitt bei Holthausen, daß der Bach einst oberflächlich geflossen ist. In Verbindung mit den Talterrassen kann man geologisch nachweisen, daß dieses während und kurz nach der Eiszeit der Fall gewesen ist. Da ich *Hildenbrandia* nun nahe der Quelle des Milchenbaches auffand, muß, wenn die Einwanderungstheorie richtig ist, diese Alge während oder kurz nach der Eiszeit eingewandert sein. Vielleicht gingen wir dann nicht fehl zu sagen, daß *Hildenbrandia* schon am Ende des Tertiärs in die Süßwasserläufe eingezogen sei.



D. Die Gattung *Lemanea*.

Mit Sicherheit konnte ich bisher in unserem Gebiet nur *Lemanea fluriatilis* nachweisen. *Lemanea nodosa* scheint aber an stark reißenden Stellen einiger Bäche vorzukommen, leider fand ich keine weit genug entwickelte Sprosse, denn an meinen Fundstellen gingen die jungen Sprosse nach 1—2 cm Länge stets unter reicher Verzweigung wieder in chantransioide Fäden über. Ich hoffe aber, nach weiterem Suchen noch einige *Lemanea*- wie auch *Batracho-spermum*arten auffinden zu können. Das Hauptverbreitungsgebiet von *Lemanea* scheint mir bis heute das Bachgebiet in den Talauen zu sein; hier tritt die Alge an Steinen, im fließenden Wasser, an Wehren und Wasserfällen direkt massenhaft auf, den Oberlauf der Gebirgsbäche meidet sie, hier erscheint nur an einigen Stellen äußerst reichlich die obengenannte fragliche *L. nodosa*. *Lemanea fluviatilis* ist das ganze Jahr hindurch aufzufinden, die Hauptentwicklungszeit liegt aber im Frühjahr und Sommer, im Herbst und Winter verschwinden die alten Sprosse, und es beginnen alsdann kurze jüngere Sprosse auszutreiben. Bei *Lemanea nodosa* (?) konnte ich keine Periodizität feststellen.

II. Süßwasser-Phaeophyceen.

Als einzigen Vertreter fand ich bisher, aber auch in den meisten Bächen, *Lithoderma fontanum*. Zwar ist diese Alge schwer aufzufinden, aber sie erscheint alsdann weit verbreitet. Die Zoosporangienbildung konnte ich besonders im September nachweisen. Es setzte dann auch im September-Oktober eine Weiterverbreitung der Lager ein. Die ersten fädigen Lager haben grünliche bis bräunliche Farbe; indem sich auf dem Substrat eine Zellfläche vorschiebt, deren Zellen sich nach oben teilen, entsteht der mehrschichtige Thallus. Wie PASCHER fand auch ich in den Bächen noch Braunalgen (?), die zunächst nicht weiter zu bestimmen waren.

Die Untersuchung hat also gezeigt, daß die Rot- und Braunalgen in den Gewässern unseres Sauerlandes eine weite Verbreitung und ein recht häufiges Vorkommen haben. Sie bilden einen charakteristischen Bestandteil unserer Bachflora, so charakteristisch, daß man auf Grund dieser Algen eine Zweiteilung des THIENEMANNschen Forellenbaches (13) vornehmen kann, und zwar eine *Hildenbrandia*- und eine *Lemanea*region. Die *Hildenbrandia*region reicht von der Quelle bis zu den Talauen, der Lauf in den Talauen gehört der

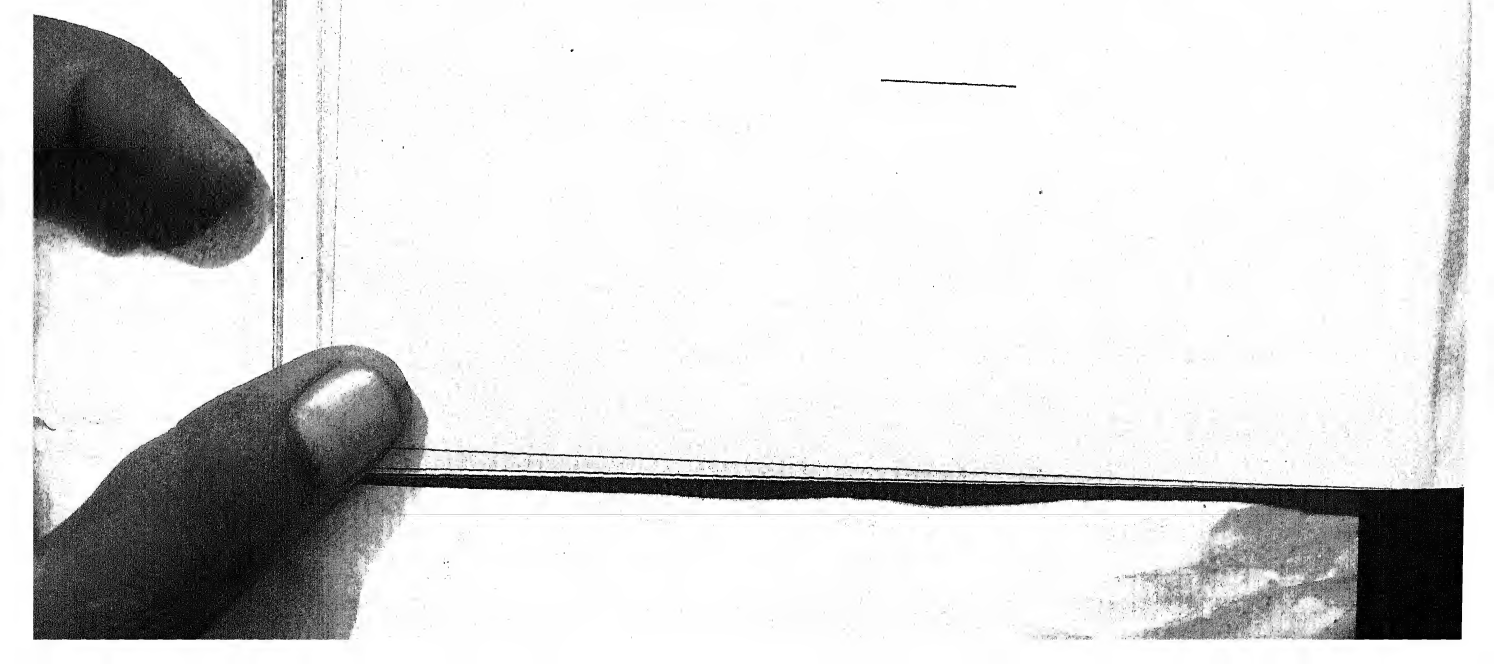
*Lemanea*region an. Diese Regionen algologisch genauer darzulegen, wird in einer alsbald abgeschlossenen Arbeit geschehen.

Zwecks Bearbeitung erbitte ich Materialzusendung.

Dr. H. BUDDE, Hagen (Westfalen),
Wasserloses Tal 53.

Literatur.

1. BUDDE, HERM. Erster Beitrag zur Entwicklungsgeschichte von *Hildenbrandia rivularis* (Liebmann) Bréb. Ber. d. deutsch. Bot. Ges. 1926, Bd. 44, S. 280, insbes. Seite 288.
2. —, —. Zweiter Beitrag zur Entwickelungsgeschichte von *Hildenbrandia rivularis* (Liebmann) Bréb. Ber. d. deutsch. Bot. Ges. 1926, Bd. 44, Heft 6, S. 367.
3. LINGELSHEIM, A. v. Eine bemerkenswerte Rotalge des Süßwassers. Beiträge zur Naturdenkmalpflege, Bd. IX, S. 348 (1922), mit reicher Literaturangabe.
4. STADLER, H. Vorarbeiten zu einer Limnologie Unterfrankens. Verhl. d. Internationalen Vereinigung für theor. und angewandte Limnologie, Stuttgart 1924, Schweizerbartscher Verlag, S. 136.
5. BRAND, F. Über *Chantransia* und die einschl. Formen der bayrischen Hochebene. Hedwigia 1897, Bd. 36, S. 300.
6. —, —. Über die Süßwasserformen von *Chantransia*. Hedwigia Bd. XLIX, S. 107.
7. PASCHER, A. Die Süßwasserflora, Heft 11. S. 168, 169.
8. SIRODOT, L. Les Batrachospermes, Paris 1884.
9. BRAND, F. Fortpflanzung und Regeneration von *Lemanea fluviatilis*. Ber. d. d. Bot. Ges. 1896, Bd. 14, S. 185.
10. KYLIN, H. Studien über die schwedischen Arten der Gattungen *Batrachospermum*. Upsal. Ser. IV, Vol. III,. Nr. 3.
11. —, —. Über die Entwicklungsgeschichte von *Batrach. moniliforme*. Ber. d. d. Bot. Ges. 1907, Bd. 35, S. 155.
12. OLTMANNS, F. Morphologie und Biologie der Algen. 1922, Fischer-Jena, insbes. Bd. III, S. 317.
13. THIENEMANN, A. Der Bergbach des Sauerlandes. (Eine faunistisch-biologische Untersuchung). Intern. Revue der gesamt. Hydr. und Hydrographie, Okt. 1912, Biolog. Supplement, IV. Teil, Heft 2.



17. V. Miller: Untersuchungen über die Gattung Botrydium Wallroth.

(Mit Tafel II.)

(Eingegangen am 14. Februar 1927. Vorgetragen in der Februarsitzung.)

I. Allgemeiner Teil.

Obwohl *Botrydium* zu den bekanntesten Pflanzen gehört und in jedem Lehrbuch der Botanik beschrieben und abgebildet wird, kann doch diese Algengattung keineswegs als gut erforscht gelten. Die Geschichte der Erforschung dieser Gattung ist voll von traurigen Mißverständnissen, die hauptsächlich deshalb entstanden sind, weil die Verfasser, die diese Algen studierten, mit einem zufälligen Material, das an natürlichen Standorten im Freien gesammelt wurde, arbeiteten und daher in einem Zyklus Entwicklungsstadien verschiedener *Botrydium*arten und sogar anderer Organismen vereinigten (ROSTAFINSKY und WORONIN 1877, JANET 1918). Nur wenige Verfasser (KLEBS 1896, KOLKWITZ 1926) hatten in ihren Kulturen sicher einheitliches Material, doch befassen sie sich nur mit einer Art, oder besser gesagt, nur mit einer Varietät von *Botrydium granulatum*. In der botanischen Literatur fehlt bis heute eine eingehende kritische Bearbeitung dieser Gattung an Hand von Reinkulturen[1]).

Meine vieljährigen Beobachtungen an *Botrydium* in Zentralrußland zeigten, daß sogar in diesem verhältnismäßig engumgrenzten Gebiet diese Gattung durch mehrere sogar im vegetativen Zustande voneinander scharf abweichende Arten vertreten ist; anderseits gibt es hier *Botrydium*formen, die sich voneinander durch die Art ihrer Vermehrung und durch ihren Ruhezustand unterscheiden, die aber nach ihren vegetativen Merkmalen nicht voneinander getrennt werden können. Nachdem meine Versuche, mich in diesem Formenreichtum an dem aus der Natur stammenden Material zu orientieren,

1) Ein Versuch einer solchen Bearbeitung der Arten *B. granulatum und Wallrothi* wurde seinerzeit von L. A. IWANOFF unternommen; leider ist aber dieser Versuch nicht zum Abschluß gekommen. Jedenfalls hat L. A. IWANOFF viel mehr ausgeführt, als in seiner kurzen vorläufigen Mitteilung veröffentlicht wurde (1898); ich selbst hatte Gelegenheit, Einblick in die Notizen und Zeichnungen von L. A. IWANOFF zu bekommen und spreche ihm dafür meinen aufrichtigsten Dank aus.

fehlgeschlagen waren, gewann ich die Überzeugung, daß nur einheitliches, von einem einzigen *Botrydium*-Individuum stammendes Material einen sicheren Einblick in den Entwicklungszyklus einer bestimmten *Botrydium*form zu gewähren vermag. Nur wenn man zahlreiche Kulturen aus verschiedenen Stammorten besitzt, kann man sich in den in der Natur vorkommenden Formen von *Botrydium* orientieren und den Entwicklungskreis einer jeden solchen Form sicher feststellen.

Solch eine Arbeit wurde von mir im Jahre 1923 angefangen und wird bis heute ohne Unterbrechung weiter fortgeführt. Über die Resultate meiner Arbeit habe ich auf dem 2. Allrussischen Botaniker-Kongreß in Moskau im Januar 1926 berichtet, da aber mein Vortrag den westeuropäischen Botanikern unbekannt geblieben ist, so halte ich es für angebracht, diese vorläufige Mitteilung zu publizieren. Außer dem Material, das auf dem botanischen Kongreß in Moskau vorgetragen wurde, enthält meine Publikation noch die Resultate meiner Arbeit im Jahre 1926.

Material und Kulturmethoden. Als Ausgangsmaterial benutzte ich *Botrydium*formen aus Zentralrußland, hauptsächlich aus der Umgebung von Moskau, Iwanowo-Wosnessensk und auch aus dem Gouvernement Kursk; dabei stammte das Material von ganz verschiedenen Standorten. Um Kulturen zu gewinnen, benutzte ich immer Zoosporen oder Sporen, die von einem Individuum abstammten. Dazu wurden einzelne sorgfältig vom Substrat durch mehrfaches Abspülen befreite Pflänzchen in Uhrschälchen isoliert und zur Zoosporenbildung gebracht. Kam irgendwelcher Zweifel über die Reinheit der Kultur auf, so wurde aus derselben wieder ein Exemplar genommen, um daraus eine neue Reinkultur anzulegen. So wurde eine Reihe von artreinen Kulturen gewonnen. Für solche Kulturen benutzte ich Glastrichter von solchem Durchmesser, daß sie mit umgekippten gewöhnlichen PETRIschalen dicht bedeckt werden konnten. Das untere Tubusende wurde mit einem Leinwandläppchen zugebunden, sodann wurden Tubus und der untere Teil des Trichters bis auf eine Höhe von 2 cm mit feinem Sand ausgefüllt. Sobald der Sand mit Wasser durchtränkt war, wurde er mit einer 1—1½ cm dicken Schicht mit Wasser verrührten Lehms (etwa von der Konsistenz einer dicken Schleimsuppe) regelmäßig bedeckt. Der Lehm wurde womöglich vom selben Ort wie *Botrydium* genommen. Die nach diesem Rezept gefüllten Trichter wurden mit dem Tubus in mit Wasser gefüllte Glasgefäße gestellt, mit umgekippten PETRIschalen bedeckt und einer zweimaligen Sterilisation im KOCHschen Apparat bei 75—80° unter-

worfen. Nach dieser Behandlung wurden die Trichter mit *Botrydium*-sporen besät. In solchen zugedeckten Trichtern, worin das Substrat immer gleichmäßig angefeuchtet blieb, entwickelte sich *Botrydium* gut, und man konnte keine Verunreinigung von außen befürchten. Doch sind die Entwicklungsbedingungen nicht ganz normal und weichen ziemlich stark von denselben in freier Natur ab. Deshalb dienten diese Kulturen hauptsächlich als Ausgangsmaterial für gewöhnliche Kulturen, für welche ich Tonkrüge mit einem Loch im Boden benutzte. Solche Krüge wurden unten mit Sand, oben mit Lehm angefüllt und sterilisiert. Die Bewässerung erfolgte vom Untersatz aus. Solche Kulturen, die mit Glas bedeckt oder offen blieben, wurden verschiedenen Temperaturen, verschiedener Feuchtigkeit und Belichtung ausgesetzt. Um verschiedene Formen miteinander vergleichen zu können, wurden verschiedene Sektoren des Substrats in einem und demselben Krug mit verschiedenen Formen besät, wobei darauf geachtet wurde, daß das Saatmaterial womöglich dasselbe Alter besaß. Bei einem solchen Verfahren konnte man überzeugt sein, daß die zu vergleichenden Formen sich unter vollkommen identischen Bedingungen befanden.

Allgemeine Betrachtungen über die Morphologie und Entwicklungsgeschichte von *Botrydium*. An keinem pflanzlichen Organismus spiegelt sich, wie es mir scheint, die Gesamtheit der äußeren Bedingungen so scharf in der äußeren Form ab wie bei *Botrydium*. Diejenige Form, in der *Botrydium* meistenteils in der Natur vorkommt und in der diese Pflanze gewöhnlich abgebildet wird, d. h. mit mehr oder weniger kugelartigem oberirdischem Teil und reichverzweigtem Rhizoidsystem, ist nur eine der möglichen Formen, in denen *Botrydium* im vegetativen Zustande vorzukommen pflegt. Diese Form kann als die „normale" Form angesehen werden; sie tritt auf lehmigem oder schlammigem Substrat von genügender Feuchtigkeit, bei freiem Wuchs und gleichmäßiger Belichtung von genügender Intensität auf. Werden diese Bedingungen nicht eingehalten, so können die Abweichungen von dieser „normalen" Form sehr scharf sein. So entwickeln sich unter Wasser lange, fadenförmige Pflänzchen, die zuweilen sich mannigfaltig verzweigen; Zoosporen, die an die Oberfläche des Wassers emporschwimmen, verwandeln sich in runde Zellen von bedeutendem Durchmesser, ohne Rhizoide zu bilden; auf fettem Substrat und bei schwacher Belichtung entwickeln sich verlängerte, keulenförmige und schlauchartige Formen. Wird *Botrydium* dicht gesät, so wächst es sogar bei starker Belichtung zu einer dichten Bürste von fadenförmigen Individuen. Schließlich

bei allzugroßer Feuchtigkeit des Substrats und bei erschwerter Transpiration entwickelt sich das System der Rhizoiden nur schwächlich oder garnicht. Es bilden sich auch oft unter diesen Bedingungen vielfach verzweigte Formen, die auf der Oberfläche des Substrats ausgebreitet bleiben oder sich von demselben emporrichten[1]). Solche, von den „normalen" abweichende Formen werde ich in dieser meiner Arbeit nicht speziell beschreiben; in der ausführlicheren Publikation, die demnächst erscheinen wird, sollen alle diese Formen genauer charakterisiert werden.

In der Entwicklung eines jeden *Botrydium*-Individuums unterscheide ich folgende Stadien:

1. Stadium des Wachstums. Dieses Stadium wird durch die schnelle Vergrößerung der Zelldimensionen charakterisiert. Die Spore dehnt sich auf einer Seite in einen dünnen oberirdischen Sproß aus, auf der entgegengesetzten Seite bildet sich ein farbloses Rhizoid. Der oberirdische Sproß fängt bald an anzuschwellen und nimmt eine keulenförmige und später eine kugelförmige Gestalt an; das Zellvolumen wird beträchtlich vergrößert, die Rhizoiden verzweigen sich. Der Symplast bleibt in seinem Wuchs hinter dem Wuchs der Hülle zurück und hat das Aussehen eines dünnen Wandbelags, in dem die Chromatophoren in einer Schicht zu liegen kommen; zwischen den Chromatophoren sind gewöhnlich bedeutende Zwischenräume vorhanden. Das Protoplasma ist sehr durchsichtig, Öl fehlt fast ganz. Das junge Pflänzchen ist sehr durchsichtig.

2. Stadium der Aufspeicherung. Erreicht *Botrydium* die unter gegebenen Verhältnissen möglichen Dimensionen, so wird das Wachstum sowohl des oberirdischen als auch des unterirdischen Teils der Zelle verlangsamt und bleibt schließlich ganz stehen; der Symplast fährt aber fort zu wachsen, der plasmatische Wandbelag wird dicker; Kerne und Chromatophoren vermehren sich, wobei letztere eng mit ihren Rändern aneinander zu liegen kommen und zuerst eine Schicht, später aber 2—3 Schichten bilden. Parallel damit geht eine Aufspeicherung von ölartigem Assimilationsprodukt in Form von kleinen Tröpfchen, und das Protoplasma nimmt eine trübe graue Farbe an. Das Volumen der Vakuole nimmt allmählich ab. Das ganze Pflänzchen wird dunkelgrün und undurch-

---

1) Da eine Existenzmöglichkeit von solchen verzweigten Formen für alle *Botrydium*arten vorliegt, so erscheint mir die Selbstständigkeit der von M. O. P. Jyengar (1925) für Kalkutta beschriebenen neuen Art *Botrydium divisum*, bis sie ausführlich in Kulturen bei möglichst verschiedenen Außenbedingungen untersucht wird, zweifelhaft.

sichtig. An der Oberfläche der oberirdischen Blase wird in größeren oder kleineren Mengen kohlensaurer Kalk in Form von weißen Körnchen, die entweder zu Gruppen vereinigt sind oder einen ununterbrochenen kleinkörnigen Überzug bilden, abgeschieden.

3. Ruhestadium. Ist ein gewisser Grad der inneren Reife erreicht, so geht der Symplast ein Ruhestadium ein, welches äußerlich sich dadurch kundgibt, daß entweder der Symplast des oberirdischen Teils des Pflänzchens sich als Ganzes mit einer dicken Membran umgibt, oder der Symplast in einzelne, aber immer mehrkernige Teile zerlegt wird, die, jeder für sich, mit dicken Membranen umgeben werden. Diesen Vorgang nenne ich „Incystierung" und die Formen des Ruhezustandes „Cysten". Ich unterscheide: a) „Macrocysten", wenn der ganze Inhalt der überirdischen Blase von einer gemeinsamen dicken Membran umgeben wird *(B. Wallrothi, tuberosum, pachydermum)*, b) „Rhizocysten", wenn der Symplast als Ganzes oder teilweise in das Rhizoidsystem überwandert, um dort serial angeordnete *(B. granulatum)* oder einzelne, die kugelig angeschwollenen Rhizoidenden ausfüllende *(B. tuberosum)* Cysten zu bilden, und c) „Sporocysten" (mehrkernige Dauersporen), wenn sie im oberirdischem Teile des Pflänzchens aus dem plasmatischen Wandbelag der Blase gebildet werden *(B. Wallrothi)*. Schließlich können ungünstige Bedingungen auch in Form von einkernigen Sporen überdauert werden, die in solchem Fall mit einer dickeren Membran versehen werden *(B. granulatum)*. Mit dem Prozeß der Incystierung endet normalerweise der Entwicklungszyklus eines *Botrydium*-Individuums. Dieser Prozeß wird durch innere Ursachen ausgelöst, erfolgt unter allen Kulturbedingungen und hängt vom Außenmedium nur in dem Maße ab, als dasselbe das Eintreten solcher innerer Ursachen zu fördern oder zu hemmen vermag.

Zwischen diesen drei Entwicklungsstadien gibt es natürlich keine scharfen Übergänge; besonders gilt das vom Übergang aus dem ersten Stadium in das zweite. Das Wachstumsstadium geht nur allmählich in das Stadium der Aufspeicherung und das Stadium der Aufspeicherung geht zuweilen nur sehr langsam in das Ruhestadium über. Ein Pflänzchen, das bereits sein Wachstum eingestellt hat und sich im Stadium der Aufspeicherung befindet, kann bei günstigen Veränderungen der Außenbedingungen wieder zu wachsen anfangen. Doch kann ein Pflänzchen, welches schon das Ruhestadium angetreten hat, nicht mehr in den vegetativen Zustand zurückkehren: bei der Keimung von Cysten entstehen immer neue Individuen.

Die Cysten aller Arten müssen nicht unbedingt eine Ruheperiode durchmachen, sie können auch unmittelbar nach ihrer Entstehung keimen. Kleine Cysten (seriale Rhizocysten, Sporocysten) keimen entweder unmittelbar zu neuen Individuen aus oder bilden Zoosporen, große Cysten (Macrocysten, einzeln gebildete Rhizocysten von *B. tuberosum*) keimen gewöhnlich zu Zoosporen oder Aplanosporen aus.

Vermehrung. Auf jedem beliebigen Stadium kann die vegetative Entwicklung durch Vermehrung, die infolge einer Änderung der Außenbedingungen leicht hervorzurufen ist, unterbrochen werden. Je mehr die vegetative Entwickelung sich ihrem Abschluß genähert hat, desto empfindlicher werden die Pflänzchen gegen solche Veränderungen der Außenbedingungen, die eine Vermehrung hervorzurufen vermögen. Deshalb ist es am schwersten, eine Vermehrung bei jungen, noch energisch wachsenden Individuen zu veranlassen, am leichtesten tritt die Vermehrung bei alten Exemplaren auf: Hier genügen oft kaum merkbare Veränderungen der Außenbedingungen, um die Bildung von Sporen zu veranlassen.

1. Zoosporen. Die ursprüngliche Vermehrungsform bei allen *Botrydium*arten ist die Zoosporenbildung; dieser Prozeß wird von ganz bestimmten und charakteristischen Veränderungen im Symplast begleitet (siehe unten). Die Bildung von Zoosporen kann leicht durch ein Untertauchen von landbewohnenden oder an der Wasseroberfläche schwimmenden Pflänzchen hervorgerufen werden. Auch kann das Übertragen von landbewohnenden Pflänzchen in eine feuchte Atmosphäre die Bildung von Zoosporen veranlassen, doch werden die Zoosporen in diesem Fall meistens nicht aus der Blase befreit und kommen in der Blase selbst zur Ruhe (siehe unten). In der dauernden Aufhebung der Transpiration muß also ein Faktor erkannt werden, durch den die Zoosporenbildung veranlaßt wird. Sind die Zoosporen ausgebildet, so erfolgt schnell ein Aufquellen der Blasenmembran, dieselbe zerfließt teilweise oder ganz, und die Zoosporen werden frei. Die zentrale Vakuole oder Vakuolen werden ebenfalls befreit und bewahren im Wasser längere Zeit (1—2 Stunden) unbeschädigt ihre Individualität. Die Zoosporen sind, wie das bereits Kolkwitz (1926) hervorgehoben hat, immer mit zwei Geißeln von sehr ungleicher Länge versehen. Die Geißeln sind äußerst dünn und treten, wie es scheint, etwas seitlich vom Vorderende der Zoosporen hervor. Diese sind immer einkernig; die Zahl der Chromatophoren hängt vom Verhältnis der Chromatophorenzahl zur Zahl der Kerne im Moment der Zoosporenbildung ab. Bei einer und derselben Art schwankt die Chromatophorenzahl in breiten

Grenzen, so z. B. bei *B. granulatum* von 1 bis 5. Häufig trifft man Zoosporen mit einer noch größeren Chromatophorenzahl oder auch ganz chromatophorenfreie farblose Zoosporen. Damit im Zusammenhang schwankt die Größe der Zoosporen beträchtlich. Die Zoosporen sind stark metabolisch, besonders an ihrem hinteren Ende, entbehren eines Augenflecks und weisen keine oder eine nur sehr schwache Phototaxis auf. Bei der Mehrzahl der Arten schwimmen die Zoosporen an die Oberfläche des Wassers empor (Aërotaxis), wo sie gleich der *Chromulina Rosanoffi* sich mit einer vom Wasser schlecht benetzbaren Membran bekleiden und auf der Wasseroberfläche schwimmend zu ziemlich großen runden Zellen heranwachsen können. Nur die Zoosporen von *B. granulatum* var. *Woronini* bilden eine Ausnahme: sie sind schwach beweglich, schwimmen nur selten an die Oberfläche des Wassers empor, meistens kommen sie unter Wasser zur Ruhe und keimen in dünne fadenförmige Sprosse aus.

2. Sporen. Bei *Botrydium* kommen sowohl einkernige als auch mehrkernige Sporen vor. Die Sporenbildung ist eine Anpassung zur Vermehrung unter den Außenbedingungen des Landlebens und wird, wie die Zoosporenbildung, durch die Erschwerung der Transpiration bedingt. Bei zunehmender Luftfeuchtigkeit, besonders wenn sie mit einer scharfen Temperaturabnahme verbunden ist, tritt leicht eine massenhafte Sporenbildung auf. Da diese Bedingungen in der Natur meistens in der Nacht realisiert werden, so erfolgt auch die Sporenbildung hauptsächlich zu dieser Zeit.

a) Einkernige Sporen stellen entweder in der Zelle zur Ruhe gekommene Zoosporen, oder Hemmungsbildungen derselben, d. h. Zoosporen, die keine Geißeln gebildet haben — Aplanosporen — vor. Im ersten Fall kann ihre Bewegungsmöglichkeit (bei den Formen von *B. granulatum)* leicht bewiesen werden, indem man die Pflänzchen, bei denen die Sporen schon fast völlig ausgebildet sind, ins Wasser überträgt: hier erfolgt schon nach einigen Minuten ein Auseinanderfließen der Membran und das Heraustreten der Zooporen. Oder man entnimmt den sporenbildenden Pflänzchen mit Hilfe einer Kapillarpipette ihren Inhalt und überträgt denselben in Wasser, wo alsbald gewöhnliche bewegliche Zoosporen aufzutreten pflegen. Im zweiten Fall haben die Sporen überhaupt kein bewegliches Stadium und bleiben in situ in der Mutterblase als eine wandständige Schicht liegen. Doch auch in diesem Fall erfolgen bei ihrer Entstehung dieselben charakteristischen zytologischen Prozesse wie bei der Bildung von beweglichen Zoosporen. Also sind einkernige Sporen in allen Fällen — Aplanosporen. Die

Membran der Mutterzelle kann je nach den Außenbedingungen entweder allmählich verschleimen (bei dauernder Luftfeuchtigkeit) oder unverändert bleiben. Größere Pflänzchen, in denen die Sporen entstanden waren, fallen zusammen und nehmen gewöhnlich eine becherähnliche Form an.

b) Mehrkernige Sporen sind für *B. Wallrothi* charakteristisch. Sie entstehen durch den Zerfall der wandständigen Schicht des Symplastes der Blase in mehrkernige polygonale Partien (Taf. II, Fig. 6); dieselben werden später mit Membranen umgeben und runden sich ab (Fig. 7). Gewöhnlich bilden diese Sporen nur eine Schicht, und ihre Dimensionen variieren je nach der Dicke der wandständigen Plasmaschicht, aus der sie entstanden sind. Bei alten Pflänzchen werden größere Sporen gebildet als in jungen, auch sind im oberen Teil der Blase die Sporen größer als im unteren. Die Membran der Mutterzelle verschwindet ganz, aber die Sporen bleiben in situ in Form einer hohlen Kugel, die in ihrem oberen Teil infolge der Abrundung und des Wachstums der Sporen allmählich auseinandergerissen wird (Fig. 5). Die zytologischen Vorgänge, die sich in dem Symplasten bei der Bildung von mehrkernigen Sporen abspielen, sind ganz andere als bei der Bildung von Zoosporen. Die mehrkernigen Sporen von *B. Wallrothi* sind daher zum Unterschied von einkernigen Sporen anderer Arten den Zoosporen nicht homolog und können nicht als Hemmungsbildungen derselben betrachtet werden. Sie unterscheiden sich von den dickwandigen Sporocysten derselben Art, die bei schnellem Austrocknen des Substrats leicht entstehen, nur durch ihre dünne Membran und ihren helleren Inhalt, was vom geringeren Ölgehalt abhängt. Ich bin deshalb überzeugt, daß diese mehrkernigen Vermehrungssporen von *B. Wallrothi* den Sporocysten (Dauersporen) dieser Art homolog sind und als Cysten, welche ihre Funktion der Erhaltung der Art unter ungünstigen Bedingungen eingebüßt haben und nur zur Vermehrung dienen, betrachtet werden sollen.

Zweifellos können die ruhenden Cysten in Fällen, wo sie massenhaft gebildet werden (Rhizo- und Sporocysten), auch zur Vermehrung und Verbreitung dienen. Anderseits besorgen bisweilen einkernige Sporen die Erhaltung der Art bei ungünstigen Bedingungen, wenn spezielle Ruhestadien nicht mehr gebildet werden. So gibt es in der Art *B. granulatum* eine Reihe von Formen, die allmählich die Fähigkeit der Rhizocystenbildung bis zum völligen Verlust derselben einbüssen. Die Funktion der Arterhaltung wird bei solchen Formen auf einkernige Sporen übertragen, die bei denselben Bedingungen, unter welchen bei anderen Formen Rhizo-

cysten entstehen, gebildet werden. Die Sporen sind in diesem Fall mit dickeren Membranen und einem dichteren Inhalt versehen. Auch können verschiedene Cystenformen bei einer und derselben Art vorhanden sein und bei verschiedenen Außenbedingungen einander ersetzen. So kann *B. Wallrothi* bei sehr langsamer Austrocknung Macrocysten bilden, doch sind dazu nur kleinere, dicht gedrängt wachsende Pflänzchen fähig. Bei schnellerem Eintrocknen werden massenhaft Sporocysten gebildet, die in freier Natur die gewöhnlichste Form der Arterhaltung darstellen. Bei *B. tuberosum* wird normalerweise die vegetative Entwickelung durch Rhizocystenbildung abgeschlossen. Doch bei schnellerem Eintrocknen des Substrats werden in den oberirdischen Blasen Macrocysten gebildet.

Zytologisches. Da der zytologische Teil meiner Arbeit noch nicht abgeschlossen ist, so werde ich mich hier nur auf einzelne Bemerkungen beschränken.

Die Membran von *Botrydium* gibt folgende Reaktionen: durch $J + H_2SO_4$ färbt sie sich blau, doch wird die Membran durch Chlorzink-Jod nicht gefärbt, in starker Schwefel- und Chromsäure löst sich die Membran ganz auf; im SCHWEIZERschen Reagenz wird die Membran des überirdischen Teils von *Botrydium* nach 3—4tägiger Einwirkung ganz aufgelöst, von der Membran der Rhizoide bleibt ein nichtiger Rest nach. Daraus kann der Schluß gezogen werden, daß die Membran aus mehr oder weniger reiner Cellulose besteht. An der Blasenoberfläche gelang es mir nicht, irgendeine kutikulare Schicht nachzuweisen. FR. WETTSTEIN (1915), der die Membran von *Botrydium* auf Chitin untersucht hatte, ist zu einem negativem Resultat gekommen.

Den Plasmainhalt habe ich hauptsächlich an verschiedenen Formen von *B. granulatum* untersucht, wobei ich die fixierten Pflänzchen unter dem Binokular mit Hilfe von feinen Nadeln öffnete und den plasmatischen Wandbelag, der bei der Fixierung sich infolge der Kontraktion des Symplasten von der Membran loslöste, auspräparierte. Im Symplasten von *B. granulatum* gibt es kein bestimmtes zahlenmäßiges Verhältnis zwischen den Kernen und den Chromatophoren. Bei jungen Pflänzchen kommen auf 1 Kern 1 bis 2 Chromatophoren, bei älteren Pflanzen 3 bis 4 und sogar mehr Chromatophoren. Die Kerne sind nach innen von den Chromatophoren angeordnet und schließen sich meistens an dieselben eng an.

Seit der Arbeit von KLEBS (1896) hat sich die Meinung eingebürgert, daß die jungen Pflänzchen in den Chromatophoren Pyrenoide führen, die nachher bei älteren Pflanzen verloren gehen.

Nach meinen Beobachtungen sind auf keinem Stadium bei keiner einzigen *Botrydium*art Pyrenoide vorhanden. Bei jungen, schnell wachsenden Pflänzchen, ebenso wie auch bei älteren Pflanzen im unteren Teil der Blase ist die plasmatische Wandschicht sehr dünn; die Chromatophoren liegen in ziemlich weiten Abständen voneinander und haben eine eigenartige Form: sie bestehen aus einer zentralen verdickten dunkelgrünen Partie, die plötzlich in eine sehr dünne Platte mit unregelmäßigen Konturen, die die zentrale Partie saumartig umgibt, übergeht. Auf mit verschiedenen Farben stark gefärbten Präparaten nach entsprechender Differenzierung wird die Farbe durch diese zentrale verdickte Partie am längsten beibehalten, und dieser gefärbte Teil des Chromatophors macht auf den ersten Blick den Eindruck eines Pyrenoides. Das wird durch das Fehlen von einigermaßen scharfen Konturen und dadurch bestätigt, daß die Dimensionen dieser gefärbten Chromatophorenpartie von dem Grad der Differenzierung des Präparats abhängen.

Im oberen Teil der Blase sind die Chromatophoren immer enger und enger aneinander angeordnet. Parallel damit wird auch der Chromatophorensaum, der die zentrale verdickte Partie der Chromatophoren umgibt, immer schmaler und dicker und hebt sich nicht mehr so scharf von der zentralen Chromatophorenpartie ab. Dort, wo die Chromatophoren mit ihren Rändern ganz dicht aneinander zu liegen kommen, ist dieser Saum gar nicht mehr vorhanden, doch können auch in solchen Chromatophoren bei entsprechender Färbung und Differenzierung ebensolche „Pyrenoide“ festgestellt werden. In nach verschiedenen Methoden fixierten Chromatophoren (nach NAWASCHIN, FLEMMING, REGAULT, LEWITZKIJ) wird eine ganz bestimmte innere Struktur wahrgenommen, die auch ohne Färbung beobachtet werden kann und nach einer Färbung mit Eisenhämatoxylin oder mit Hämatoxylin nach DELAFIELD und mit Safranin noch deutlicher hervortritt. Man sieht in den Chromatophoren recht feine dichte Fäden, die aus der zentralen verdickten Partie des Chromatophors nach allen Seiten zur Peripherie verlaufen. Diese Fäden sind stets bogenartig nach derselben Seite gebogen. Die Chromatophoren vermehren sich durch Teilung, was unmittelbar an lebenden Pflänzchen in den Abendstunden wahrgenommen werden kann.

Die Zoosporen werden simultan im ganzen Symplast gebildet. Die Chromatophoren nehmen eine kugelförmige Gestalt an, die radiale Fadenstruktur geht jetzt in ein Knäuel von unregelmäßig gewundenen Fäden über, die anfänglich den ganzen Chromatophor ausfüllen. Im weiteren wird ein jeder Kern zum Zentrum, um

das sich die Chromatophoren ringsherum gruppieren. In jedem Chromatophor sammeln sich die Fäden an der dem Kern anliegenden Seite dicht zusammen, sodann nehmen die Chromatophore eine mehr oder weniger spindelförmige Form mit fester Struktur an. Jede solche Plasmapartie mit einem Kern und mit einer Gruppe von Chromatophoren bildet eine Zoosporenanlage.

Bei keiner *Botrydium*art wurde irgendein Vorgang, der an einen geschlechtlichen Akt erinnerte, wahrgenommen, und diesbezügliche Literaturangaben (IWANOFF 1898, JANET 1918) beruhen wahrscheinlich auf ungenauen Beobachtungen.

---

18. V. Miller: Untersuchungen über die Gattung Botrydium Wallroth.

(Eingegangen am 14. Februar 1927. Vorgetragen in der Februarsitzung.)

II. Spezieller Teil.

Beschreibung der untersuchten *Botrydium*arten.

Bis heute habe ich 4 *Botrydium*arten untersucht, von diesen 4 Arten ist eine Art in 2 Varietäten und mehreren Formen vertreten. Für jede dieser Arten wurde von mir der Entwicklungszyklus in reinen Kulturen in einer Reihe von Generationen verfolgt. Die in der Kultur gefundenen Ergebnisse wurden nach Möglichkeit durch Beobachtungen in der Natur ergänzt und unterstützt.

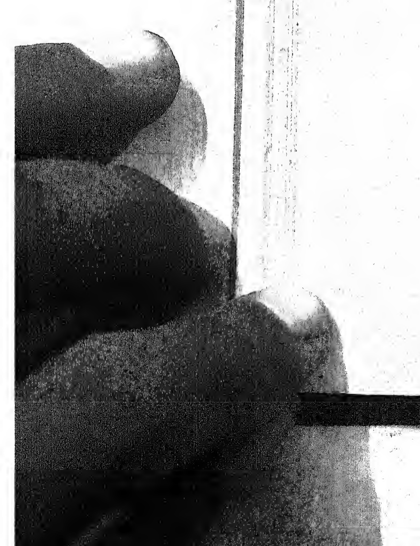
Um *Botrydium*arten in ihrem vegetativen Zustand zu unterscheiden, muß nicht allein Form und Größe des oberirdischen Teils des Pflänzchens und der Charakter der Kalkausscheidungen berücksichtigt werden; auch die Verzweigung des Systems der Rhizoide sowie die Dicke der Endverzweigungen der letzteren hat für die Identifizierung von *Botrydium*arten Bedeutung. Doch die charakteristischsten Merkmale treten bei der Vermehrung und besonders beim Eintreten des Ruhestadiums (Cysten) auf, da jede *Botrydium*art das Problem der Erhaltung der Art nach eigenem Muster zu lösen pflegt.

Bei der Beschreibung der vegetativen Pflänzchen gehe ich stets (wenn nichts weiteres besagt wird) von solchen Pflanzen aus, die frei und bei guter und allseitiger Belichtung wachsen. Da ich

Nach meinen Beobachtungen sind auf keinem Stadium bei keiner einzigen *Botrydium*art Pyrenoide vorhanden. Bei jungen, schnell wachsenden Pflänzchen, ebenso wie auch bei älteren Pflanzen im unteren Teil der Blase ist die plasmatische Wandschicht sehr dünn; die Chromatophoren liegen in ziemlich weiten Abständen voneinander und haben eine eigenartige Form: sie bestehen aus einer zentralen verdickten dunkelgrünen Partie, die plötzlich in eine sehr dünne Platte mit unregelmäßigen Konturen, die die zentrale Partie saumartig umgibt, übergeht. Auf mit verschiedenen Farben stark gefärbten Präparaten nach entsprechender Differenzierung wird die Farbe durch diese zentrale verdickte Partie am längsten beibehalten, und dieser gefärbte Teil des Chromatophors macht auf den ersten Blick den Eindruck eines Pyrenoides. Das wird durch das Fehlen von einigermaßen scharfen Konturen und dadurch bestätigt, daß die Dimensionen dieser gefärbten Chromatophorenpartie von dem Grad der Differenzierung des Präparats abhängen.

Im oberen Teil der Blase sind die Chromatophoren immer enger und enger aneinander angeordnet. Parallel damit wird auch der Chromatophorensaum, der die zentrale verdickte Partie der Chromatophoren umgibt, immer schmaler und dicker und hebt sich nicht mehr so scharf von der zentralen Chromatophorenpartie ab. Dort, wo die Chromatophoren mit ihren Rändern ganz dicht aneinander zu liegen kommen, ist dieser Saum gar nicht mehr vorhanden, doch können auch in solchen Chromatophoren bei entsprechender Färbung und Differenzierung ebensolche „Pyrenoide" festgestellt werden. In nach verschiedenen Methoden fixierten Chromatophoren (nach NAWASCHIN, FLEMMING, REGAULT, LEWITZKIJ) wird eine ganz bestimmte innere Struktur wahrgenommen, die auch ohne Färbung beobachtet werden kann und nach einer Färbung mit Eisenhämatoxylin oder mit Hämatoxylin nach DELAFIELD und mit Safranin noch deutlicher hervortritt. Man sieht in den Chromatophoren recht feine dichte Fäden, die aus der zentralen verdickten Partie des Chromatophors nach allen Seiten zur Peripherie verlaufen. Diese Fäden sind stets bogenartig nach derselben Seite gebogen. Die Chromatophoren vermehren sich durch Teilung, was unmittelbar an lebenden Pflänzchen in den Abendstunden wahrgenommen werden kann.

Die Zoosporen werden simultan im ganzen Symplast gebildet. Die Chromatophoren nehmen eine kugelförmige Gestalt an, die radiale Fadenstruktur geht jetzt in ein Knäuel von unregelmäßig gewundenen Fäden über, die anfänglich den ganzen Chromatophor ausfüllen. Im weiteren wird ein jeder Kern zum Zentrum, um



das sich die Chromatophoren ringsherum gruppieren. In jedem Chromatophor sammeln sich die Fäden an der dem Kern anliegenden Seite dicht zusammen, sodann nehmen die Chromatophore eine mehr oder weniger spindelförmige Form mit fester Struktur an. Jede solche Plasmapartie mit einem Kern und mit einer Gruppe von Chromatophoren bildet eine Zoosporenanlage.

Bei keiner *Botrydium*art wurde irgendein Vorgang, der an einen geschlechtlichen Akt erinnerte, wahrgenommen, und diesbezügliche Literaturangaben (IWANOFF 1898, JANET 1918) beruhen wahrscheinlich auf ungenauen Beobachtungen.

---

18. V. Miller: Untersuchungen über die Gattung Botrydium Wallroth.

(Eingegangen am 14. Februar 1927. Vorgetragen in der Februarsitzung.)

II. Spezieller Teil.

Beschreibung der untersuchten *Botrydium*arten.

Bis heute habe ich 4 *Botrydium*arten untersucht, von diesen 4 Arten ist eine Art in 2 Varietäten und mehreren Formen vertreten. Für jede dieser Arten wurde von mir der Entwicklungszyklus in reinen Kulturen in einer Reihe von Generationen verfolgt. Die in der Kultur gefundenen Ergebnisse wurden nach Möglichkeit durch Beobachtungen in der Natur ergänzt und unterstützt.

Um *Botrydium*arten in ihrem vegetativen Zustand zu unterscheiden, muß nicht allein Form und Größe des oberirdischen Teils des Pflänzchens und der Charakter der Kalkausscheidungen berücksichtigt werden; auch die Verzweigung des Systems der Rhizoide sowie die Dicke der Endverzweigungen der letzteren hat für die Identifizierung von *Botrydium*arten Bedeutung. Doch die charakteristischsten Merkmale treten bei der Vermehrung und besonders beim Eintreten des Ruhestadiums (Cysten) auf, da jede *Botrydium*art das Problem der Erhaltung der Art nach eigenem Muster zu lösen pflegt.

Bei der Beschreibung der vegetativen Pflänzchen gehe ich stets (wenn nichts weiteres besagt wird) von solchen Pflanzen aus, die frei und bei guter und allseitiger Belichtung wachsen. Da ich

hier nur eine sehr beschränkte Zahl von Zeichnungen bringe, weise ich in meiner Publikation auf die prachtvollen Zeichnungen von WORONIN in seiner gemeinsamen Arbeit mit ROSTAFINSKY (1877) hin.

1. *Botrydium granulatum* (L.) Grev. (Taf. II, Fig. 1—3). Der obere Teil des Pflänzchens hat das Aussehen eines kugelförmigen oder umgekehrt birnenförmigen Bläschens von bis zu 2 mm Durchmesser. Die Kalkausscheidungen in Form von isolierten Körnchenhäufchen. Die Verzweigung der Rhizoide stets dichotom. Vermehrung durch Zoo- und Aplanosporen. Als Ruhezustand dienen seriale Rhizocysten oder einkernige Dauersporen.

Diese Art ist äußerst polymorph, hier werden Formen eingeschlossen, die sich im vegetativen Zustand nur schwerlich oder gar nicht voneinander trennen lassen, doch unterscheiden sich diese Formen durch ihre Vermehrung und ihr Ruhestadium voneinander. Die Art zerfällt in zwei Varietäten (früher hielt ich sie für gesonderte Arten), die sich auch im vegetativen Zustand voneinander trennen lassen.

A. *Botrydium granulatum* (L.) Grev. var. *Woronini mihi* (Fig. 1). Oberer Teil meistens regelmäßig kugelförmig, auf $^1/_5$—$^1/_3$ in das Substrat eingesenkt, geht ziemlich plötzlich in das Hauptrhizoid über. Bei schwacher Belichtung bilden sich keine ausgezogenen etiolierten Formen. Die Verzweigung der Rhizoide ist ziemlich spärlich, d. h. Dichotomien folgen in ziemlicher Entfernung voneinander. Der Durchmesser der Rhizoide nimmt mit jeder Dichotomie sehr allmählich ab, die Rhizoidpartien zwischen zwei Dichotomien sind fast zylindrisch. Die letzten Verzweigungen der Rhizoide sind dick, sie erreichen bei alten Individuen 40 μ im Durchmesser. Die Zoosporen sind meistens wenig beweglich, gehen gewöhnlich unter Wasser zur Ruhe und keimen zu Fäden aus. Bei großer Luftfeuchtigkeit werden auch Zoosporen, die infolge des Zerfließens der Blase frei werden, gebildet; sie kriechen am feuchten Substrat nach allen Seiten auseinander. Aplanosporen kommen selten vor. Ruhezustand: seriale Rhizocysten; dieselben schließen stets, sogar bei genügender Feuchtigkeit des Substrates, die vegetative Entwicklung des Individuums ab.

Fundort: Berieselungsfelder in Ljublino bei Moskau.

B. *Botrydium granulatum* (L.) Grev. var. *eugranulatum mihi* (Fig. 2). Oberer Teil der Pflänzchen umgekehrt birnförmig, geht sehr allmählich in das dicke und kurze erste Rhizoid über. Bei schwacher Belichtung entstehen ausgezogene etiolierte Formen. Unterirdischer Teil reich verzweigt. Die Dichotomien folgen



dicht gedrängt hintereinander, der Durchmesser der Rhizoide nimmt schnell ab. Oft unregelmäßige Verzweigung. Das ganze System der Rhizoide hat das Aussehen eines mehr oder weniger dichten Pinsels, der unmittelbar von der birnenförmigen Blase abgeht. Die Endverzweigungen der Rhizoide sind nicht so dick wie bei der vorigen Varietät. Die Zoosporen sind sehr beweglich und schwimmen gewöhnlich an die Oberfläche des Wassers empor. Bei steigender Luftfeuchtigkeit und abnehmender Temperatur bilden sich leicht Aplanosporen; unter natürlichen Verhältnissen ist die Vermehrung mit Aplanosporen am meisten verbreitet. Ruhestadium: Rhizocysten oder mehr oder weniger dickwandige einkernige Sporen.

Diese Varietät, die in den Beschreibungen der meisten Verfasser figuriert, zerfällt in zwei, im vegetativen Zustand fast voneinander nicht zu unterscheidende Formen.

a) f. *rhizocysta mihi.* Bei langsamer Austrocknung des Substrates bilden die reiferen Pflänzchen seriale Rhizocysten, wobei der Durchmesser der Endrhizoiden vorerst vergrößert wird (bis 35—40 μ bei großen Pflänzchen). Bei genügender Feuchtigkeit endigt die vegetative Entwicklung mit der Bildung von einkernigen Sporen.

Fundort: Golizino (Gouv. Moskau), feuchte Wege, Gräben.

b) f. *acysta mihi.* Unter keinen Bedingungen werden Rhizocysten gebildet, Endverzweigungen der Rhizoide bleiben bis zuletzt schmal (max. 20 μ). Die Erhaltung der Art wird ausschließlich durch einkernige Sporen besorgt. Die Verzweigung des Systems der Rhizoiden ist weniger regelmäßig, zuweilen fast monopodial.

Diese Form ist am meisten an den Ufern von Teichen, Flüssen und in Gräben usw. verbreitet. Wie es scheint, hatte KLEBS (1896), der seine Pflanzen nicht zur Bildung von Rhizocysten veranlassen konnte, gerade mit dieser Form gearbeitet.

Zwischen diesen zwei Formen existieren auch intermediäre, welche die beiden Formen verbinden. Eine solche Form, die ich in Kultur habe und die keine Rhizocysten bildet, konnte ich zur Bildung von Rhizocysten veranlassen, wenn die Kultur an einem heißen Sommertage einer starken Insolation bis zum Moment, wo die Bläschen zu schrumpfen anfingen, ausgesetzt wurde. Nach Anfeuchtung des Substrates bildeten die Pflänzchen, die wieder turgescent geworden waren, Rhizocysten, doch blieben die letzten Verzweigungen der Rhizoiden gewöhnlich von Rhizocysten frei. Also haben wir in dem Rahmen der polymorphen

Art *B. granulatum* eine Reihe von Formen, die allmählich die Fähigkeit zur Bildung eines Ruhestadiums in Form von Rhizocysten einbüßen und dieselben funktionell durch einkernige Sporen ersetzen.

Den Prozeß der Überwanderung der Symplasten in die Rhizoide und die Bildung von Rhizocysten habe ich bei *B. gr.* var. *Woronini* verfolgt. Dieser Prozeß beginnt gewöhnlich bei Individuen, die eine gewisse Reife erreicht haben, in der zweiten Tageshälfte; durch langsame Eintrocknung des Substrates kann dieser Prozeß beschleunigt werden. Vom Licht hängt dieser Vorgang nur insofern ab, als das letztere die Anhäufung von Assimilaten fördert und dadurch das Eintreten der Reife beschleunigt. Die Überwanderung des Symplasten ist unabhängig davon, in welche Lage zur Richtung der Gravitationskraft die Kulturen gebracht werden; dieser Prozeß geht gleich gut vonstatten bei normaler, umgekippter und seitlicher Anordnung der Kulturen. Die Überwanderung beginnt damit, daß zuerst die mehr nach innen gelegenen Symplastschichten, die verhältnismäßig arm an Chromatophoren und reich an Assimilaten sind, in das Rhizoid abgeleitet werden, später folgen die äußeren Schichten. Die Blase wird allmählich blasser und wird schließlich weiß und völlig durchsichtig. Solche entleerte Blasen behalten ihren Turgor ziemlich lange (in feuchten Kulturen bis 4—5 Tage), weil ihre dünne Plasmaschicht mit einzelnen zurückgebliebenen Kernen und Chromatophoren ziemlich lange am Leben bleibt. Innerlich ist die Blase durch große Vakuolen, die durch dünne Plasmawände voneinander getrennt sind, ausgefüllt (Fig. 3, R. u. W. T. VIII. f. 16, 17). Dies verleiht dem Blaseninhalt ein schaumiges Aussehen. Rhizocysten entstehen durch den Zerfall des Symplasten, welcher jetzt die Rhizocysten ausfüllt, in getrennte, mehrkernige, serial angeordnete Partien; diese Partien umgeben sich jede für sich mit einer von der Muttermembran unabhängigen eigenen Membran.

Werden die Rhizocysten ins Wasser gebracht, so keimen sie entweder unmittelbar zu neuen Individuen aus (R. u. W., Taf. VIII, f. 22, 23) oder bilden Zoosporen (R. u. W., Taf. VIII, f. 18). Zuweilen zeigen sogar Nachbarcysten in dieser Beziehung ein verschiedenes Verhalten. Am feuchten Substrat keimen die Rhizocysten gewöhnlich unmittelbar aus.

2. *Botrydium Wallrothi* Kütz. (Fig. 4—8). Der obere Teil der Pflänzchen ist umgekehrt ei- oder birnenförmig, hat gewöhnlich einen Durchmesser von 0,7—0,8 mm (max. 1 mm) und ist mit seiner



engeren Partie in das Substrat eingesenkt (Fig. 4). Der Kalküberzug bedeckt das Bläschen gleichmäßig mit einer feinkörnigen Schicht und verleiht dem Bläschen eine bläulichmatte Färbung (color caesius nach KÜTZING). Bei starker Transpiration wird eine lückenlose weiße Kalkkruste gebildet. Das Bläschen geht allmählich in das verhältnismäßig dünne Hauptrhizoid über (bei größeren Pflänzchen 45—60 μ dick); dasselbe bleibt gewöhnlich auf einer bedeutenden Strecke unverzweigt. Das System der Rhizoide hat eine monopodiale Verzweigung, die Seitenzweige entstehen akropetal. Gewöhnlich kann das Hauptrhizoid durch das ganze System der Verzweigungen leicht verfolgt werden. Die letzten Verzweigungen der Rhizoide sind sehr dünn (6—10 μ). Die Zoosporen schwimmen immer an die Oberfläche des Wassers empor. In feuchter Luft werden leicht mehrkernige Sporen aus der wandständigen Plasmaschicht des Symplasten (Fig. 6) gebildet; dieselben bilden immer nur eine Schicht und sind nicht den Sporen anderer Arten, sondern den Sporocysten derselben Art homolog. Ihre Größe ist sehr verschieden je nach der Dicke der wandständigen Plasmaschicht und kann 80—90 μ erreichen. Die Form der mehrkernigen Sporen ist oft unregelmäßig (Fig. 7). Die Membran der Mutterblase verschwindet dabei restlos, und die Sporen bleiben als eine leere Kugel (Fig. 5) in situ; diese Kugel wird allmählich von oben aufgerissen, später zerfällt sie. Bei genügender Feuchtigkeit keimen die Sporen unverzüglich. Für die Erhaltung der Art dienen Sporo- und Macrocysten. Sporocysten unterscheiden sich von den Sporen nur durch die dicke Membran und den dichten Inhalt, sie werden sehr leicht bei schneller Antrocknung des Substrates oder bei plötzlicher Steigerung der Transpiration gebildet. Sie keimen im Wasser entweder unmittelbar zu neuen Individuen aus oder bilden Zoosporen. Bei gedrängtem Wuchs bilden kleinere Individuen (bis 250—300 μ) bei langsamer Antrocknung des Substrates Macrocysten (Fig. 8). Dabei werden die Membranen des oberen Teils der Hauptrhizoiden verdickt, dieser Teil des Rhizoides wird etwas verkürzt, und es bilden sich Querfurchen; infolgedessen verschließt sich das Lumen des Rhizoides. Der Symplast der Blase kontrahiert sich langsam, wird als Ganzes mit eigener dicker Membran umgeben und verwandelt sich in eine Macrocyste, die frei im Lumen der eingetrockneten und eingeschrumpften Mutterblase liegt (Fig. 8). Bei der Keimung schwillt die eigene Membran der Macrocyste an und wird verschleimt, die Membran der Mutterblase wird durch diesen Vorgang zerrissen, und Zoosporen vom gewöhnlichen Typus

werden frei. Sehr kleine Macrocysten können unmittelbar zu neuen Individuen auskeimen.

Wenn man von seiner phantastischen Beschreibung der Sporenbildung absieht, so entspricht meine Art genau der leider vergessenen Beschreibung und Abbildungen von *B. Wallrothi* durch KÜTZING (1842); die Macrocysten waren diesem Autor unbekannt geblieben, weil sie in der Natur äußerst selten vorkommen. Die in der gegenwärtigen Literatur vorhandenen Beschreibungen von *B. Wallrothi* haben mit dem wirklichen *B. Wallrothi* von KÜTZING nichts gemeinsames; sie beziehen sich auf ein Ruhestadium einer völlig selbständigen Art *B. pachydermum mihi.*

B. Wallrothi ist in Zentralrußland am meisten verbreitet, er kommt auf feuchten Wegen, in Gemüsegärten, Feldern vor und bedeckt hier die feuchteren niedrig gelegenen Stellen. Von allen *Botrydium*arten ist *B. Wallrothi* die am meisten xerophile, sie entwickelt sich infolge ihrer großen Sporen schnell, erreicht in kurzer Zeit die Reife, wird durch starke Insolation nicht getötet und bildet leicht Sporocysten; Sporocysten dienen sowohl zum Überdauern während ungünstiger Bedingungen als auch zur Vermehrung. Deshalb entwickelt sich diese *Botrydium*art auch an Orten, wo die Feuchtigkeit nur kurze Zeit andauert und wo keine anderen *Botrydium*arten existieren können.

3. *Botrydium tuberosum* Jyengar (Fig. 9—12). Diese Art wurde von mir in einer Zahl von einigen Exemplaren zuerst im Gouv. Kursk im Jahre 1919 am Boden eines beschatteten Straßengrabens gefunden. Im Jahre 1923 fand ich dieselbe Art am gleichen Fundort massenhaft entwickelt, legte eine reine Kultur dieser Alge an und benannte sie provisorisch *B. tuberosum.* Im Jahre 1925 beschrieb M. O. P. JYENGAR unter demselben Namen eine neugefundene *Botrydium*art in Madras und Lahor, die nach der leider zu kurzen Beschreibung mit der von mir gefundenen Art identisch ist; deshalb gehört diesem Verfasser die Priorität bei der Beschreibung dieser neuen Art. Durch Kulturen und Beobachtungen in der Natur gelang es mir, einige Lücken in der Beschreibung von M. O. P. JYENGAR auszufüllen.

B. tuberosum gehört zu den kleinsten Arten dieser Gattung. Gewöhnlich übertrifft seine Größe nicht 0,35—0,4 mm und erreicht im Maximum 0,5 mm. Die Pflänzchen erinnern nach der umgekehrt ei- oder birnenförmigen Gestalt des Bläschens, welches allmählich in ein auf einer bedeutenden Strecke unverzweigtes Rhizoid übergeht, an kleine Exemplare von *B. Wallrothi*, doch fehlt hier der Kalküberzug (Fig. 9). Die Verzweigung der Rhizoide ist mehr



oder weniger regelmäßig dichotom, sehr spärlich, erwachsene Exemplare weisen gewöhnlich nicht mehr als 10 Endverzweigungen von einer Dicke von 7—9 μ auf. Die Zoosporen schwimmen immer an die Wasseroberfläche empor. Bei feuchter Luft werden sehr leicht einkernige Sporen gebildet, wobei die Membran der Mutterblase sofort verschwindet und die Sporen bei genügender Feuchtigkeit des Substrates unverzüglich auszukeimen pflegen. Ruhestadium — in Form von einzelnen runden Rhizocysten, von 40—80 μ im Durchmesser, die sich in den blasenartig aufgeschwollenen Endverzweigungen der Rhizoiden bilden, in Form von serial angeordneten Rhizocysten und einzelnen Macrocysten.

Diese Art bietet großes Interesse wegen ihres Ruhestadiums. Mit der Sistierung des Wuchses und dem Heranrücken der Reife schwellen die Enden aller Rhizoide bei genügender Feuchtigkeit des Substrates allmählich auf und verwandeln sich in regelmäßige kugelförmige Bläschen; diese Bläschen sind innen mit einer sehr dünnen Protoplasmaschicht mit einzelnen, weit voneinander abstehenden Kernen ausgekleidet und sind dafür bestimmt, den in das Ruhestadium eingehenden Symplasten aufzunehmen. Die Überwanderung des Symplasten in die Rhizoiden kann bei dieser Alge, ebenso wie bei *B. granulatum* v. *Woronini*, beim Eintreten der entsprechenden Reife unabhängig von den Außenbedingungen in Kulturen mit konstanter Feuchtigkeit erfolgen, doch wird dieser Prozeß durch langsame Antrocknung des Substrates beschleunigt. Dieser Prozeß verläuft hier ganz anders wie bei *Botrydium granulatum*. Der Symplast der Blase zieht sich langsam zusammen, löst sich von der Membran ab und wird allmählich in das Rhizoid eingezogen (Fig. 10). Die kugelförmigen Anschwellungen der Rhizoide werden allmählich ganz mit dichtem Protoplasma, welches sich mit eigener dicker Membran (die sich eng an die Muttermembran anlagert) umgibt, ausgefüllt und verwandeln sich in dunkelgrüne Knöllchen (Fig. 11). Die Membran des Rhizoiden verdickt sich an der Stelle, wo derselbe in das Knöllchen übergeht, und das Lumen des Rhizoiden wird verschlossen. Die Membran der vom Symplasten verlassenen Mutterblase fällt allmählich zusammen. Geht die Antrocknung des Substrates rasch vor sich, so hat der Symplast nicht Zeit, die Blase zu verlassen und wird als solcher im Inneren der Blase incystiert, wobei er eine Macrocyste bildet. Dieser Prozeß erinnert in allen Details an die Bildung von Macrocysten bei *B. Wallrothi*. Zuweilen tritt die Verdickung des Membranen im Hauptrhizoid, durch die die Blase vom System der Rhizoide abgeschnitten wird, während der

Überwanderung des Symplasten ein. Der in der Blase gebliebene Teil des Symplasten gibt eine Macrocyste von größeren oder kleineren Dimensionen; der andere Teil des Symplasten, der in die Rhizoide übergewandert ist, füllt teilweise die Knöllchen aus, oder aber, wenn dieselben nicht mehr vom Symplasten zu erreichen sind, zerfällt der letztere in einzelne Partien und bildet auf diese Weise seriale Rhizocysten; diese Rhizocysten sind voneinander oft durch bedeutende Zwischenräume getrennt (Fig. 12). Macrocysten und die knöllchenartigen Rhizocysten bilden bei der Keimung Zoosporen, kleine seriale Rhizocysten können auch unmittelbar zu neuen Individuen auskeimen.

4. *Botrydium pachydermum mihi* (nova spec.) (Fig. 13—16). Oberer Teil der Pflänzchen von regelmäßiger runder Form bis 0,5 mm im Durchmesser (Fig. 13), von dunkelgrüner Farbe infolge der großen Zahl von Chromatophoren, die sogar bei jungen Pflanzen eng in mehreren Schichten aneinander liegen. Die Chromatophoren sind kleiner als bei anderen Arten, doch sind sie dicker. Die Kalkausscheidungen in Form von ziemlich großen, weißen zerstreuten Wärzchen. Das Hauptrhizoid dünn, gewöhnlich auf einer ziemlich bedeutenden Strecke unverzweigt und scharf von der Blase abgegrenzt. Sehr oft trifft man Pflänzchen mit 2—3 gleichen Rhizoiden, die unmittelbar von der Blase abgehen (Fig. 15). Die Verzweigung der Rhizoide ist mehr oder weniger regelmäßig dichotom, ihre letzten Verzweigungen sind zart und sehr dünn (3—5 μ im Durchmesser). Die Zoosporen schwimmen an die Oberfläche des Wassers empor. Bei großer Luftfeuchtigkeit entstehen entweder Zoosporen, die beim Zerfließen der Muttermembran frei werden, oder Aplanosporen. Die vegetative Entwicklung endigt mit dem Übergang in den Ruhezustand, wobei das Hauptrhizoid und seine ersten Verzweigungen dermaßen ihre Membranen verdicken, daß ihr Lumen obliteriert wird (Fig. 14) und der ganze Symplast der Blase, ohne sein Volumen zu verkleinern, in eine Macrocyste von schwarzgrüner Farbe verwandelt wird; die Macrocyste erhält eine sehr dicke geschichtete Membran und füllt die ganze Blase aus (R. u. W. T. IX. ff. 25—26).

Pflänzchen dieser Art, die ein Ruhestadium antraten, wurden von ROSTASINSKY und WORONIN als sog. „Hypnosporangien" von *B. granulatum* beschrieben und figurieren in der gegenwärtigen Algenliteratur unter dem Namen *B. Wallrothi* Kütz, obgleich sie in Wirklichkeit zu dieser Art gar keine Beziehungen haben.

B. pachydermum ist deswegen interessant, weil bei dieser Alge das Wachstums-, Aufspeicherungs- und Ruhestadium nicht



so scharf voneinander getrennt sind wie bei anderen Arten. Das anfänglich schnelle Wachstum der jungen Pflänzchen wird bald langsamer, die wandständige Schicht des Symplasten, in der die Chromatophoren sich schnell vermehren und ein ölartiges Assimilat aufgespeichert wird, nimmt an Dicke stark zu. Schon bei Pflänzchen, die ihre Enddimensionen noch lange nicht erreicht haben, fängt die Membran des Hauptrhizoiden an, sich zu verdicken; diese Verdickung entsteht unter der Blase (Fig. 16) und erweitert sich allmählich auf die ersten Verzweigungen des Rhizoiden. Das Lumen des Hauptrhizoiden wird ganz verschlossen, das Rhizoid verkürzt sich, bildet Querfurchen (Fig. 14, R. u. W., T. IX, f. 28) und zieht die Blase teilweise in das Substrat hinein. Der Symplast der Blase, welche zur Macrocyste verwandelt wird, fährt nach der Abgrenzung des Rhizoiden fort, sich weiter zu verdicken; diese Verdickung erfolgt auf Kosten der zentralen Vakuole, die unter diesen Umständen sogar ganz verdrängt werden kann.

Die Macrocysten keimen sehr leicht im Wasser und geben dabei viele Zoosporen (R. u. W., T. IX, ff. 27 u. 28).

Fundort: Golyzino, Gouv. Moskau, an vielen Orten an feuchten Wegen und Gräben mit *B. granulatum* var. *engranulatum* f. *rhizocarpa* zusammen verbreitet.

Über die systematische Stellung von *Botrydium* können keine Zweifel aufkommen; es ist eine typische Heterokonte. Meine phylogenetischen Erörterungen will ich auf später, bis zum Erscheinen meiner ausführlicheren Publikation, die, wie ich hoffe, in einem Jahre druckfertig sein wird, verlegen.

Moskau, Botanisches Forschungsinstitut der 1. Moskauer Staatsuniversität, Januar 1927.

Literaturverzeichnis.

JANET, CH.: Sur le *Botrydium granulatum*. Limoges 1918.

JYENGAR, M. O. P.: Note on two new species of *Botrydium* from India. Journ. of the Indian Bot. Soc. 1925.

IWANOW, L. A.: Zur Entwicklungsgeschichte von *Botrydium granulatum*. Arb. d. K. K. St. Petersburger Ges. d. Naturf., t. 29, 1898. (russisch mit deutschem résumé).

KLEBS, G.: Bedingungen der Fortpflanzung bei einigen Algen und Pilzen. Jena 1896.

KOLKWITZ, R.: Zur Ökologie und Systematik von *Botrydium granulatum*. Ber. d. d. Bot. Ges. 1926 Bd. 44.

KÜTZING, FR.: Über ein neues *Botrydium*. Nova Acta Acad. Leopold., t. 19, 1842.

ROSTAFINSKY, J. und WORONIN, M.: Über *Botrydium granulatum*. Bot. Zeitung. Bd. 35. 1877.

WETTSTEIN, FR. V.: Eine neue interessante *Siphonee*. Österreich. Bot. Zeitschr. 1915.

Figurenerklärung der Tafel II.

Fig. 1. × 25. Typisches Pflänzchen von *B. granulatum*, v. *Woronini*, ca. 0,8 mm breit.

Fig. 2. × 25. Typisches Pflänzchen von *B. granulatum*, v. *eugranulatum*, ca. 0,8 mm breit.

Fig. 3. × 50. Kleines Pflänzchen von *B. granulatum* mit Rhizocysten. Die vacuosilierte Blase noch lebend.

Fig. 4. × 35. Typisches Pflänzchen von *B. Wallrothi*, ca. 0,4 mm breit.

Fig. 5. × 60. Zu einer Hohlkugel angeordnete Sporocysten (mehrkernige Sporen) von *B. Wallrothi*, aus einem Pflänzchen entstanden.

Fig. 6. × 200. Teil der wandständigen Plasmaschicht von *B. Wallrothi* in mehrkernige Sporen zerfallend.

Fig. 7. × 200. Mehrkernige Sporen von *B. Wallrothi*.

Fig. 8. × 80. In Ruhezustand übergegangenes Pflänzchen von *B. Wallrothi* mit einer Macrocyste.

Fig. 9. × 40. Typisches Pflänzchen von *B. tuberosum*, ca. 0,25 mm breit, mit sieben blasenartig aufgetriebenen Rhizoiden.

Fig. 10. × 100. In Ruhezustand übergehendes Pflänzchen von *B. tuberosum*. Der Symplast wird ins Rhizoid eingezogen.

Fig. 11. × 150. Ein Knöllchen (Rhizocyste) von *B. tuberosum*.

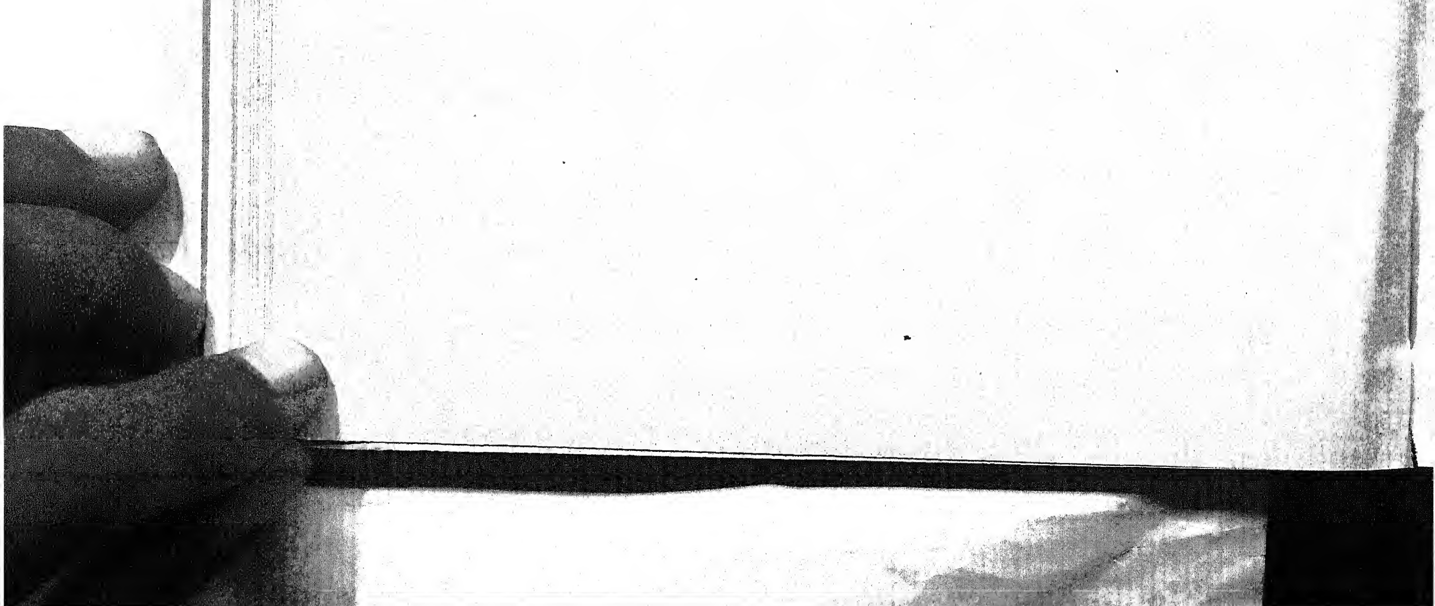
Fig. 12. × 100. In Ruhezustand übergegangenes Pfänzchen von *B. tuberosum* mit einer Macrocyste und serialen Rhizocysten.

Fig. 13. × 40. Ein altes in Ruhezustand übergehendes Pflänzchen von *B. pachydermum* (ca. 0,4 mm breit) mit obliteriertem Rhizoid.

Fig. 15. × 40. Ähnliches Pflänzchen von *B. pachydermum* mit drei Rhizoiden.

Fig. 14. × 100. Obliteriertes Hauptrhizoid eines alten Pflänzchens von *B. pachydermum*.

Fig. 16. × 60. Junges Pflänzchen (ca. 0,15 mm breit) von *B. pachydermum* mit sich bereits verdickender Rhizoidwand.



19. H. Melchior: Sind die Violaceen und Resedaceen miteinander verwandt?

Ein Beitrag zur Kritik des natürlichen Pflanzensystems von HUTCHINSON.

(Eingegangen am 15. Februar 1927. Vorgetragen in der Februarsitzung.)

Auf Grund meiner vergleichend morphologischen Violaceen-Studien bin ich bezüglich der verwandtschaftlichen Beziehungen dieser Familie zu dem Ergebnis gekommen, daß „die Violaceae von Flacourtiaceen-artigen Gewächsen abstammen und daß sie durch diese Familie mit den Turneraceae, Malesherbiaceae und Passifloraceae näher verwandt sind“. (Vgl. in FEDDE Repert., Beiheft XXXVI [1925], S. 113, und in ENGLER, Nat. Pflanzenfam., 2. Aufl., Bd. 23 [1925], S. 346.) Eine ähnliche Stellung nehmen die Violaceen auch im ENGLERschen System ein, wo diese 5 Familien — unter Hinzufügung der Canellaceae, Stachyuraceae und Achariaceae — innerhalb der Parietales zu der Unterreihe der Flacourtiineae zusammengefaßt werden. (Vgl. ENGLER-GILG, Syllabus d. Pflanzenfam., 9.—10. Aufl. [1924], S. 288—291.) Auch in den anderen modernen systematischen Handbüchern wird derselbe Entwicklungsgedanke vertreten, so z. B. bei WETTSTEIN (Handb. d. system. Bot., 3. Aufl., Bd. II [1924], S. 638) und bei RENDLE (Classific. of Flowering Plants, Vol. II [1925], S. 199, 206).

In jüngster Zeit hat nun HUTCHINSON in seinem Buche: The families of Flowering Plants I (1926) ein neues natürliches System der Dicotyledonen veröffentlicht, das von ENGLER in vieler Beziehung abweicht, sich dagegen trotz mancher Besonderheiten ziemlich eng an BENTHAM ET HOOKER (Gen. Plant. I—III, 1862—83) anschließt. HUTCHINSON hat sich schon vorher in mehreren Arbeiten (Kew Bullet. 1923, S. 65, 241 und 1925, S. 161) mit der phylogenetischen Klassifikation gewisser Gruppen der Blütenpflanzen beschäftigt und das seinem Buche zu Grunde gelegte System bereits 1924 (Kew Bullet., S. 114) — wenigstens in großen Zügen — publiziert. In diesem System wird nun auch bezüglich der Verwandtschaft der Violaceen eine wesentlich andere Anschauung vertreten. HUTCHINSON bringt hier die Violaceen in nahen Zusammenhang mit den Resedaceen, indem er die beiden Familien zu einer Reihe der Violales (Order XII)

vereinigt. Die Flacourtiaceen dagegen werden in der Reihe der Bixales (Order XXVII), die Turneraceen in der Reihe der Loasales (Order IX) und die Malesherbiaceen, Passifloraceen und Achariaceen in der Reihe der Passiflorales (Order XXIX) angeführt.

Die Ansicht, daß die Violaceen und Resedaceen einander nahe stehen, ist allerdings nicht vollkommen neu. So reihte BATSCH (Tabl. affin. Regni veget. [1802], S. 57) die Gattung *Reseda*[1]) direkt der Familie der Violaceen ein. In der Folgezeit finden wir jedoch in allen systematischen Werken die Violaceen und Resedaceen in getrennten Gruppen untergebracht. Auch EICHLER stellte in der ersten Auflage seines „Syllabus" (1876, S. 24) sowie in seinen „Blütendiagrammen" (Teil II [1878], S. 187, 212) die Resedaceen an den Schluß der Rhoeadinae, die Violaceen (l. c., S. 221) dagegen in die Reihe der Parietales, wobei er jedoch bezüglich der Resedaceen darauf hinweist, daß er diese Familie, „wenngleich mit einigem Widerstreben" (l. c., S. 218), an der Seite der Capparidaceen in der Reihe der Rhoeadinae belassen hat. Später hat jedoch EICHLER seine Meinung über die Stellung der Resedaceen geändert, denn wir finden bei ihm von der 2. Auflage seines „Syllabus" ab (1880, S. 30) die Resedaceen und Violaceen nebeneinander am Anfang seiner Cistifloren, die ungefähr der Reihe der Parietales entsprechen.

Durch serodiagnostische Untersuchungen gelangten dann ferner noch MEZ und GOHLKE (in COHNs Beitr. Biolog. d. Pflanzen, Bd. XII [1910], S. 171) und später auch PREUSS (Dissert. 1917, S. 478) zu einem ähnlichen Standpunkt. Sie stellten fest, daß die Resedaceen und Violaceen „in unverkennbarem Verhältnis der Eiweißverwandtschaft" stehen, und sehen in den Resedaceen den Ausgangspunkt der Parietales-Reihe. In neuerer Zeit kommt jedoch REUTER durch seine Untersuchungen (in Bot. Archiv, Bd. XVI [1926], S. 121) wieder zu dem Ergebnis, daß die Resedaceen ein Glied der Rhoeadales-Reihe darstellen[2]). Vgl. auch den „Königsberger serodiagnostischen Stammbaum 1926".

---

1) Die Familie der Resedaceae wurde erst 1813 von DE CANDOLLE in seiner Théorie élementaire, édit I, p. 214 aufgestellt.

2) An dieser Stelle möchte ich auf einen mir unverständlichen Gedankengang hinweisen, der sich in der bereits oben erwähnten Arbeit von REUTER (l. c., S. 124—125) findet. REUTER beschäftigt sich hier mit der Frage, ob die Stärke-Endosperme oder die Öl-Endosperme ursprünglicher sind und kommt zu dem klar ausgesprochenen, doch wohl nichts wesentlich Neues sagenden Satz: „Das Führen von Stärke ist das primäre, das von Öl das sekundäre" Er fährt dann aber fort: „Da die Öl-Endosperme lebendige Zellen führen, im

Welches sind nun die morphologischen Argumente, die für die jetzt wieder von HUTCHINSON vertretene Ansicht der Verwandtschaft der Violaceen mit den Resedaceen angeführt werden können?

Vergleichen wir zunächst einmal die Ausgestaltung der Blüten in den beiden Familien, so sehen wir, daß die Violaceen streng zyklische, sich aus 4 Kreisen zusammensetzende Blüten besitzen, in denen die Zahl der Organe in den einzelnen Blütenkreisen auf die Zahl 5 fixiert ist. Nur im Gynaeceum haben wir meist 3 Karpelle und nur noch gelegentlich 5—4 Karpelle (*Melicytus*, *Leonia*) oder sogar eine Reduktion auf die Zweizahl (*Hymenanthera*). Ganz anders dagegen die Resedaceen[1]), bei denen wir den Übergang von der spirozyklischen Blüte (mit spiraliger Ausbildung des Androeceums) zur zyklischen beobachten können und bei denen außerdem die Zahl der Glieder in den einzelnen Kreisen außerordentlich variabel ist: Sepalen: 8→6→5→4; Petalen: 8→6→5→4→2→1→0; Stamina: 40→3; Karpelle: 8→6→5→4→3→2. Auch Verwachsungserscheinungen kommen hier beim Kelch und bei der Blumenkrone vor.

Die primitivsten Gattungen der Violaceen (*Rinorea* etc.) haben noch aktinomorphe Blüten, von denen aus, wie ich (in FEDDE Repert., Beiheft XXXVI [1925], S. 98) zeigen konnte, der ganz allmähliche Übergang zu der stark median-zygomorphen Blüte der Violinae zu verfolgen ist. Und zwar sehen wir die ersten Anfänge der Zygomorphie bei dem Griffel und der Narbe auftreten, während sie dann erst auf das Androeceum, die Blumenkrone und schließlich auch auf den Kelch übergreift, stets unter Förderung der der Abstammungsachse abgewendeten Blütenhälfte. Die Blüten der Resedaceen sind durchweg median-zygomorph,

---

Gegensatz zu den meisten Stärke-Endospermen, so kann man es sich sehr wohl vorstellen, daß das Stärke-Endosperm ebenso wie das Unterdrücken des Endosperms ein abgeleitetes Merkmal ist. Ich möchte das in diesem Falle als gegeben annehmen und den Formenkreis mit Ölsamen an den Grund, den mit Stärkesamen an die Spitze stellen".

Es wird also in dem zweiten Satz gerade das Gegenteil von dem behauptet, was im ersten Satz angenommen worden ist! Außerdem war es mir und wahrscheinlich auch verschiedenen anderen bisher noch nicht bekannt, daß die meisten Stärke-Endosperme aus toten Zellen bestehen!

1) Über die Resedaceen vergleiche man: J. MÜLLER, Monographie des Résédacées. Zürich 1858. — BAILLON, Hist. d. plant III (1872) p. 293. — HELLWIG in ENGLER-PRANTL, Nat. Pflanzenfam. III, 2 (1891), p. 237. — MORSTATT, Beiträge zur Kenntnis der Resedaceen, in FÜNFSTÜCK, Beitr. zur wiss. Botanik, V (1903), p. 1.

jedoch kommt die Zygomorphie hier offenbar auf eine ganz andere Weise zustande. Bei *Reseda alba,* bei der die einzelnen Blütenkreise noch ziemlich aktinomorph ausgebildet sind, sehen wir, wie die Blütenachse unterhalb der Sexualorgane in einem einseitigen, der Abstammungsachse zugekehrten Diskus verbreitert ist. Ähnlich auch bei der Gattung *Randonia.* Diese bei den Resedaceen stets einseitige Entwicklung eines zur Nektarabscheidung dienenden Diskus ist meiner Ansicht nach hier der Anlaß zu der dann immer stärker in Erscheinung tretenden Zygomorphie, wobei der Kelch und das Androeceum auf der Vorderseite, die Blumenkrone dagegen auf der Hinterseite der Blüte in der Ausbildung gefördert wird.

Auch in der Ausgestaltung der Blütenachse zeigen die beiden Familien durchgreifende Unterschiede. Während sie bei den Violaceen keinerlei Streckung oder besondere Ausbildung erfährt, ist sie bei den Resedaceen (mit Ausnahme der Gattung *Oligomeris*) unterhalb der Sexualorgane zu dem bereits erwähnten einseitigen Diskus erweitert. Bei der Gattung *Caylusea* ist sie außerdem noch zwischen Androeceum und Gynaeceum zu einem langen Gynophor verlängert.

Bezüglich der Petalen ist zu erwähnen, daß bei den Violaceen die Tendenz zur Ausbildung eines besonderen Nagels zu konstatieren ist, der an dem vorderen Petalum dann bei den Hybanthinae eine Aussackung erfährt und bei den Violinae schließlich zu einem Sporn weiterentwickelt wird. Die Platte der Petalen ist stets ungeteilt und bei den Hybanthinae und Violinae an dem vorderen Petalum besonders stark ausgebildet. Die Blumenblätter der Resedaceen sind demgegenüber gewöhnlich in eine breite basale Schuppe und in eine, in lineale Teile tiefzerschlitzte, mitunter vielteilige Platte differenziert, wobei die hinteren Blätter die stärkste Zerteilung zeigen.

Die Antheren öffnen sich bei beiden Familien intrors und springen mit Längsspalten auf. Während jedoch die Staubblätter der Resedaceen recht primitiv gebaut sind, erfahren sie gerade bei den Violaceen eine außerordentlich hohe Ausgestaltung. Sie sind es, denen hier eine besondere blütenbiologische Funktion, die Honigabsonderung, übertragen wird, die in besonderen, sehr verschiedenartig ausgebildeten und am Rücken des Konnektivs befindlichen Anhangsorganen (Drüsenschuppen, Buckeln, Spornen) erfolgt. Auch an der Spitze des Konnektivs und der Antheren treten dann noch besondere Anhangsgebilde auf. Desgleichen sind Verwachsungserscheinungen nicht selten.

Vergleichen wir die Ausbildung des oberständigen Gynaeceums in den beiden Familien, so tritt zwar auf der einen Seite das sehr beachtenswerte gemeinsame Merkmal der parietalen Plazentation der Samenanlagen[1]) hervor, auf der anderen Seite machen sich aber auch außerordentlich tiefgreifende Unterschiede bemerkbar. Bei den Violaceen sind die Karpelle stets zu einem einfächerigen Fruchtknoten verwachsen, und der einfache, meist ziemlich lange Griffel trägt die Narbe oder den Narbenkopf, die gerade hier eine erstaunliche Formenmannigfaltigkeit und eine weitgehende Anpassungsfähigkeit an den Insektenbesuch zeigen. Die Resedaceen dagegen zeigen noch den Übergang von der Apokarpie zur Synkarpie; haben wir doch bei den Gattungen *Caylusea* und *Astrocarpus* noch untereinander vollkommen freie Karpelle, die dann erst bei den übrigen Vertretern der Familie zu einem gemeinsamen Fruchtknoten zusammentreten. Außerdem finden wir bei den Resedaceen die im Pflanzenreich ja ganz einzig dastehende Erscheinung, daß — ganz gleich, ob es sich um apokarpe oder synkarpe Typen handelt — die Ovarhöhle in ihrem oberen Teile mehr oder weniger weit offen bleibt, daß also hier die Verwachsung der Karpellränder unterbleibt. Ein Griffel wird bei den Resedaceen nie ausgebildet, so daß die noch recht einfachen Narben sitzend sind.

Ebenso groß sind die Unterschiede im Bau von Frucht und Samen. Bei den Violaceen haben wir in den meisten Fällen echte, fachspaltig aufspringende Kapselfrüchte und nur bei einigen Gattungen (*Gloeospermum*, *Melicytus*, *Hymenanthera*) Beerenfrüchte. Die geraden oder nierenförmig gebogenen Samen enthalten einen geraden Keimling und ein reichliches Nährgewebe, in dem fettes Öl und Proteinkörner gespeichert werden. Demgegenüber sind die kapselartigen Früchte der Resedaceen infolge der eigenartigen Verhältnisse des Gynaeceums oben offen und springen nicht weiter auf. Nur bei der Gattung *Ochradenus* schließen die Karpelle bei der Samenreife nachträglich zu einer beerenartigen Frucht zusammen. Die Samen sind bei allen Resedaceen nierenförmig gekrümmt und enthalten — im Gegensatz zu den Violaceen — keinerlei Nährgewebe mehr. Der Embryo ist ebenfalls stets gekrümmt und führt fettes Öl und Aleuronkörner.

Werfen wir noch einen Blick auf die Ausbildung der vegetativen Organe, so ist — von dem so ganz verschiedenartigen

---

1) Eine Ausnahme davon macht bei den Resedaceen die Gattung *Caylusea*, bei der die Samenanlagen eine basale Anheftung zeigen.

Habitus abgesehen — zu bemerken, daß in beiden Familien die Blätter wechselständig angeordnet sind und Nebenblätter besitzen. Während jedoch in der Blütenregion bei den Violaceen stets 2 Vorblätter den Blüten vorausgehen und sie nur in ganz vereinzelten Fällen (*Viola modesta*, *V. occulta*) infolge Abort verlorengegangen sind, fehlen sie bei den Resedaceen vollständig.

Die Violaceen stellen ursprünglich ohne Zweifel Holzgewächse (Bäume und Sträucher) dar, wie wir sie ja auch noch heute in den meisten Gattungen der Familie vorfinden. Von ihnen sind die verschiedenen krautigen Typen (besonders die Gattung *Viola*) abzuleiten, die in die gemäßigten Zonen vorgedrungen sind. Ob die Resedaceen ursprünglich Kräuter gewesen sind, wie die meisten der heut lebenden Arten, oder ob sie sich von strauchigen Typen herleiten, wird wohl schwer zu entscheiden sein. Jedenfalls liegt das Entwicklungszentrum der Resedaceen im Mittelmeergebiet, von dem sie sich nach den verschiedensten Seiten hin ausgebreitet haben.

Überblicken wir diese Gegenüberstellung der Violaceen und Resedaceen, so zeigt sich, daß die beiden Familien gerade in ihren charakteristischen Zügen so ganz verschiedene Wege eingeschlagen haben und daß bei objektiver Betrachtung nur recht wenig Merkmale übrig bleiben, die für eine Verwandtschaft herangezogen werden können. Beiden Familien gemeinsam sind eigentlich nur 4 Merkmale:

1. Das oberständige Gynaeceum mit der Parietalplazentation der Samenanlagen.
2. Die introrsen, mittels Längsspalten aufspringenden Antheren.
3. Die Wechselständigkeit der Blätter.
4. Das Vorkommen von Nebenblättern.

Von diesen Merkmalen kommen die drei letzteren in so vielen Verwandschaftsgruppen vor, daß sie für die Beurteilung phylogenetischer Zusammenhänge nur ganz schwache Fingerzeige abgeben. Es bleibt also nur das Merkmal der parietalen Plazentation übrig. Auch HUTCHINSON selbst gibt keine weiteren Anhaltspunkte an, denn die Charaktere[1]), die er (l. c., p. 115) für

---

1) Herbaceous to woody; flowers hypogynous to perigynous, mostly zygomorphic; petals present, sometimes divided; stamens several to few, mostly free; ovary syncarpous with parietal placentation; seeds with or without endosperm; embryo straight or curved. Leaves alternate, rarely opposite, stipulate.

seine Reihe der Violales anführt, sind so allgemeiner Natur, daß damit garnichts anzufangen ist und aus ihnen der Grund für die Annahme, daß die Violaceen und Resedaceen miteinander verwandt sind, nicht zu ersehen ist. Außerdem entsprechen die von HUTCHINSON angegebenen Merkmale nicht ganz den tatsächlichen Verhältnissen.

Genügt denn aber dieses eine Merkmal der Parietalplazentation, das im Pflanzenreich ziemlich verbreitet ist, zur Begründung verwandtschaftlicher Beziehungen? HUTCHINSON selbst verneint diese Frage in der Einleitung zu seinem Buche (S. X) und trotzdem konstruiert er daraufhin ein paar Seiten später im Falle der Violaceen und Resedaceen einen verwandtschaftlichen Zusammenhang!

Wie aus der Gegenüberstellung der morphologischen Verhältnisse der Violaceen und Resedaceen hervorgeht, sind die beiden Familien in dem Grundplan ihres Blütenbaues und in ihren charakteristischen Zügen so verschiedenartig und haben offenbar auch eine so ganz verschiedene Entwicklungsrichtung eingeschlagen, daß es mir vollkommen unmöglich erscheint, sie von einem gemeinsamen Typus abzuleiten. Die Violaceen stehen zweifelsohne auf einer viel höheren Entwicklungsstufe. Finden wir doch bei den Resedaceen noch manche recht primitiven Merkmale, die bei den Violaceen nicht mehr vorhanden sind; so die noch bei einigen Gattungen vorkommende Apokarpie, die z. T. noch spiralige Anordnung der Staubblätter, die Inkonstanz der Zahlenverhältnisse in den Blütenkreisen und vielleicht auch der eigenartige Bau des Gynaeceums. Eine relativ höhere Entwicklungsstufe hat bei den Resedaceen nur der Same durch die Reduktion des Nährgewebes erreicht, während eine völlig eigene Ausbildung hier die Blütenachse erfahren hat. Meines Erachtens ist es nicht angängig, derartige Besonderheiten bei der Suche nach den phylogenetischen Zusammenhängen der einzelnen Formenkreise außer Acht zu lassen, sondern gerade sie müssen in weitestem Sinne Berücksichtigung finden. Die Stellung der Resedaceen in der Nähe der Capparidaceen, die ja heutzutage wohl von den meisten Autoren vertreten wird, erscheint mir besonders aus diesem Grunde viel natürlicher, wenn auch nicht verschwiegen werden soll, daß sich einer Einreihung der Resedaceen in die Reihe der Rhoeadales manche Schwierigkeiten entgegenstellen. Aber gerade in neuerer Zeit hat es MURBECK (in Kgl. Svenska Vetensk Acad. Handl., Bd. 50 [1912], Nr. 1, S. 155) versucht, diese Schwierigkeiten zu überwinden, indem er die Blüte der Resedaceen auf sechs Blatt-

quirle zurückführt, die mit Ausnahme des innersten vielleicht alle di- oder trimer, sehr selten vierzählig sind.

Wie dem nun auch sei, so glaube ich mich aus allen diesen Erwägungen heraus zu der Anschauung berechtigt, daß nähere verwandtschaftliche Beziehungen zwischen den Violaceen und Resedaceen nicht bestehen und daß somit die Reihe der Violales in dem System HUTCHINSONs einen ganz unnatürlichen Formenkreis ohne inneren Zusammenhang darstellt.

Am Schlusse dieser Ausführungen möchte ich mit ein paar Worten noch auf die Stellung eingehen, die die Familie der Violaceen in dem von HUTCHINSON publizierten System und Stammbaum einnimmt. Lassen wir die Frage vollkommen dahingestellt, ob das Grundprinzip in dem Stammbaum HUTCHINSONs — d. h. die Gliederung der Dicotyledonen in einen vorherrschend holzigen Magnoliales-Ast und in einen vorwiegend krautigen Ranales-Ast — phylogenetisch gerechtfertigt und natürlich ist, so ist es mir gänzlich unerklärlich, warum HUTCHINSON z. B. die Leguminosen auf den Magnoliales-Ast, die Violaceen dagegen auf den Ranales-Ast verweist. Sehen wir doch in diesen beiden getrennten Verwandtschaftsgruppen, wie die ursprünglichen Typen Holzgewächse darstellen — also das, was HUTCHINSON in seinem Stammbaum gerade in den Vordergrund gestellt wissen möchte — und wie sich dann erst im Verlaufe der phylogenetischen Entwicklung der Übergang von den holzigen zu krautigen Gewächsen vollzieht. Mit demselben Recht, mit dem HUTCHINSON die Leguminosen auf den Magnoliales-Ast verweist, müßte er, um seinem Grundprinzip treu zu bleiben, dies auch mit den Violaceen tun! Trotzdem stellt aber HUTCHINSON die Violaceen, die ursprünglich ohne Zweifel Holzgewächse darstellten und es auch noch heute in den meisten ihrer Gattungen sind, in seinen Ranales-Ast!

Bezüglich der systematischen Stellung und der verwandtschaftlichen Beziehungen der Violaceen stehe ich auch heute noch vollkommen auf dem eingangs erwähnten Standpunkt. Die Violaceen stimmen mit den Flacourtiaceen nicht nur in dem einen Merkmal der Parietalplazentation überein, wie HUTCHINSON zu glauben scheint (l. c., S. X), sondern sie zeigen außer verschiedenen anderen Berührungspunkten (wie z. B. auch der pflanzengeographischen Verbreitung) eine fast übereinstimmende Ausbildung des Fruchtknotens und den gleichen Bau der Samen,

und ferner läßt sich der Grundplan der heutigen Violaceen-Blüte ohne jede Schwierigkeit von den Flacourtiaceen ableiten, ist sogar in ziemlich weitgehendem Maße bei verschiedenen, noch heute lebenden Vertretern der Flacourtiaceen realisiert.

Berlin-Dahlem, Botanisches Museum, im Februar 1927.

---

20. Adolf Beyer: Zur Keimungsphysiologie von Avena sativa.

(Mit 1 Abbildung im Text.)

(Eingegangen am 24. Februar 1927. Vorgetragen in der Märzsitzung.)

Jedem Reizphysiologen, der einmal mit *Avena*keimlingen gearbeitet hat, ist es wohlbekannt, wie beschwerlich und zeitraubend das Experimentieren mit diesem Versuchsobjekt unter Umständen werden kann. Das „Auswachsen" des Mesokotyls[1]) spielt in den allgemeinen Abschnitten der Arbeiten dieser Autoren eine große Rolle. Die starke Streckung des Mesokotyls bringt die Koleoptile in der Regel aus ihrer senkrechten Lage heraus; das führt dann zu geotropischen Krümmungen, und der Keimling wird dadurch für tropistische Versuche unbrauchbar. Die Klagen über diese unliebsamen Störungen der Arbeit sind bis in die letzte Zeit hinein nicht verstummt. Vergeblich hat man den Ursachen der Mesokotylentwicklung nachgeforscht. Zu hohe Feuchtigkeit und zu geringe Feuchtigkeit, zu hohe Temperatur und zu tiefe, auch die berüchtigte Laboratoriumsluft hat man zur Erklärung herangezogen. Daß man keine befriedigende Lösung fand, ist nicht verwunderlich, denn die Frage war falsch gestellt. Man hätte ebensogut auch nach den äußeren Faktoren suchen können, welche die Mesokotylentwicklung bei *Triticum*, *Secale* oder *Hordeum* hemmen, und wäre dabei ebensowenig zu einem Resultat gekommen. Mag die Mesokotylentwicklung bei *Avena* auch sekundär durch verschiedene Außenfaktoren in hohem Maße beeinflußt werden —, daß etiolierte Keimlinge überhaupt ein Mesokotyl bilden, ist eine

---

1) Es dürfte sich empfehlen, den in der reizphysiologischen Literatur zwar fest eingebürgerten, aber mit den heutigen Anschauungen der Morphologie nicht übereinstimmenden Ausdruck Hypokotyl fallen zu lassen.

Organisationseigentümlichkeit ebenso wie das Fehlen desselben bei anderen Gramineen. Das „Auswachsen“ ist nicht, wie man früher wohl gemeint hat, ein pathologischer Prozeß, dessen Ursachen man in der Ungunst der Kulturbedingungen zu suchen hätte; es ist vielmehr zweifellos ein Glied der normalen Entwicklung im Dunkeln. Zu der gleichen Überzeugung ist kürzlich auch PISEK (1926) gekommen.

„Ich kann nur sagen“, schreibt dieser Forscher, „daß ich in dem Auswachsen der Hypokotyle ein unvermeidliches Übel erkannte, das man noch am einfachsten herabmindern kann, indem man das Ausgangsmaterial entsprechend ausgiebig bemißt und die Koleoptilen zum Versuche verwendet, solange sie noch nicht zu lang bzw. alt sind, 15 bis höchstens 20 mm.“ Das bedeutet also völlige Resignation. Doch ich glaube, dazu liegt kein zwingender Grund vor. Es dürften doch manche Forscher tatsächlich mit mesokotylfreien Keimlingen gearbeitet haben. Ich selbst bin seit einiger Zeit in der glücklichen Lage, unter gewissen Kautelen *Avena*-keimlinge regelmäßig mesokotylfrei oder mit nur wenige Millimeter langem Mesokotyl aufzuziehen. Es ergibt sich also die wichtige Frage: Unter welchen Bedingungen wächst das Mesokotyl eines etiolierten Keimlings nicht aus? Eine Präzisierung dieser Bedingungen ist schon verschiedentlich versucht worden. Wenn man aber die von den einzelnen Forschern empfohlenen Kulturmethoden auf ihre Brauchbarkeit hin prüft, so wird man stets enttäuscht. Das kann nicht allein seinen Grund in der Ungleichheit des Versuchsmaterials haben. Offenbar hat man die wahre Ursache des jeweiligen Erfolges bisher nicht klar erkannt und hat dafür nebensächlichen Umständen eine Bedeutung beigemessen, die ihnen nicht zukommt. Da ich nun den ausschlaggebenden Faktor gefunden zu haben glaube, möchte ich meine Erfahrungen mitteilen, um zunächst einmal zur Prüfung meiner Methode anzuregen. Sollte sie sich, woran ich heute kaum noch zweifle, als brauchbar erweisen, so würde das gewiß allen Forschern, die *Avena* zu ihren Studien benutzen, sehr willkommen sein.

Zuvor jedoch möchte ich noch ein wenig bei den „ausgewachsenen“ Keimlingen verweilen, um bei dieser Gelegenheit einige Eigentümlichkeiten zu beschreiben, die bisher wenig oder gar keine Beachtung gefunden haben.

Die Mesokotylentwicklung als normaler Prozeß.

Das Auswachsen tritt nach meinen Erfahrungen, wie gesagt, stets ein, wenn die Keimlinge von Anfang, d. h. vom Beginn der

Samenquellung an im Dunkeln aufwachsen. Ob man die Kulturen feucht oder trocken hält, ob man sie niederen oder höheren Temperaturen aussetzt, spielt dabei gar keine Rolle. Auch die Laboratoriumsluft ist nicht die Ursache der Mesokotylentwicklung. Ich hatte früher besonders diesen Faktor im Verdacht, da M. DE VRIES in einer besonderen Untersuchung nachgewiesen zu haben glaubt, daß das Auswachsen auf übermäßigen Kohlensäuregehalt der Luft zurückzuführen sei. Ganz summarisch will ich über die zahlreichen Versuche berichten, die ich zu dieser Frage angestellt habe. Zunächst brachte ich kleine Blumentöpfe mit trocken ausgesäten Früchten in reiner Atmosphäre (aus dem Freien), die durch eine in Wasser tauchende Glasglocke abgegrenzt war, in das Dunkelzimmer. Versuchs- und Kontrollkulturen, welch letztere unter sonst gleichen Bedingungen der Dunkelkammeratmosphäre ausgesetzt waren, zeigten keinen Unterschied: Mesokotyl in beiden stark entwickelt. Kulturen in warmen und kalten Gewächshäusern, wo von Laboratoriumsluft nicht die Rede sein konnte, boten das gleiche Bild. Auch ganz im Freien (Frühjahr 1926) unter Dunkelsturz aufgewachsene Keimlinge hatten stets ein stark entwickeltes Mesokotyl. Um den Einfluß der Atmungskohlensäure auszuschalten, durchlüftete ich die Kulturen in verschiedener Weise. In den ersten Versuchen (Warmhaus) wurde die Luft mittels eines Gasometers durchgepreßt. Später wurde, damit jede Verunreinigung der Luft (Gummischläuche etc.) verhindert wäre, Luft durchgesaugt. Schließlich stellte ich die Kulturen ins Freie unter lichtdicht perforierte Zinkstürze, so daß bei Luftbewegungen der Atmosphäre eine ausgiebige Ventilation des Versuchsraumes stattfinden mußte. Alles vergebens! Aus Früchten, die ich im Freien etwa 50 cm tief unter der Erdoberfläche trocken auslegte, gingen Keimlinge mit kolossal langem Mesokotyl hervor. Um ein Zahlenbeispiel zu geben, bringe ich die Werte des Versuchs 143. Ausgesät wurde am 23. 4. 1926, gemessen am 7. 5. Nur bei einem von 30 Keimlingen war die Koleoptile durchbrochen. Die Länge des Mesokotyls betrug 9,2 ± 0,6 cm, die Gesamtlänge 15,9 ± 0,9 cm, von der Basis des Korns an gerechnet. Sehr auffallend war es, daß das Primärblatt nicht wie gewöhnlich die ganze Koleoptile ausfüllte. Die Länge der leeren Koleoptilspitze betrug 0,8 ± 0,4 cm. Eine stärkere Entwickelung des Mesokotyls ist mir sonst nicht begegnet; das Wachstum war hier noch gar nicht einmal beendet!

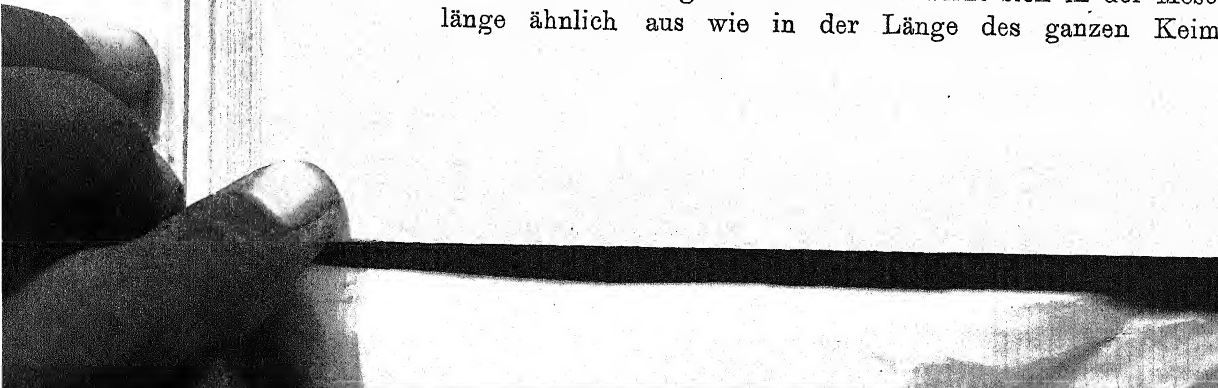
In allen bisher erwähnten Versuchen waren die Früchte trocken ausgesät worden. So haben nun die meisten Forscher

nicht gearbeitet. Sie ließen vielmehr die Früchte vor dem Einpflanzen mehr oder minder lange Zeit quellen. Doch auch diese Vorbehandlung hat an und für sich keinen Einfluß. Man mag feuchtes Fließpapier, Sägespäne oder nur Wasser verwenden — die Keimlinge entwickeln ausnahmlos ein Mesokotyl. Auf die Mitteilung von Einzelheiten will ich verzichten. Das Gesagte mag genügen, um zu zeigen, daß das Auswachsen von Keimlingen, die sich vom Beginn der Quellung ab im Dunkeln entwickeln, ein normaler physiologischer Prozeß ist, keine Abnormität, die von irgendwelchen ungünstigen Außenfaktoren hervorgerufen wird.

Das schließt nun aber eine gewisse quantitative Beeinflussung nicht aus. Es ist recht wahrscheinlich, daß die Länge des Mesokotyls ebenso wie die Länge des ganzen Keimlings unter verschiedenen Bedingungen auch verschieden sein wird. Einige Beobachtungen zu diesem Punkte mögen hier Platz finden.

Temperatur. — Am 11. 5. 1926 wurden zwei gleichgroße Blumentöpfe mit trockenen Früchten beschickt. Den einen stellte ich ins Freie, den anderen ins Warmhaus, beide völlig verdunkelt. Daneben stellte ich je einen Kontrolltopf, ebenfalls mit trockenen Früchten beschickt und verdunkelt. Sobald in diesen Kontrolltöpfen die Koleoptilspitzen über der Erdoberfläche erschienen (also gerade aus den Spelzen heraustraten), wurden die Standorte der beiden Versuchstöpfe vertauscht. Der Topf aus dem Freien kam ins Warmhaus und umgekehrt; natürlich, da die Keimung drinnen und draußen verschieden rasch erfolgte, nicht zur gleichen Zeit. Die Messung der erst warm, dann kalt behandelten Keimlinge erfolgte am 18. 5. (28 Keimlinge). Das Resultat: Mesokotyl 6,4 $\pm$ 0,5 cm; Gesamtlänge 12,0 $\pm$ 0,6 cm. Nur in zwei Fällen ist das Primärblatt schon durchgebrochen. Messung der Keimlinge des anderen Topfes am 20. 5. (26 Keimlinge). Resultat: Mesokotyl 1,9 $\pm$ 0,4 cm; Gesamtlänge 8,9 $\pm$ 0,5 cm. Nur eine Koleoptile ist vom Primärblatt noch nicht durchbrochen. Andere Versuche haben gezeigt, daß einer Temperaturerhöhung Verlängerung des Mesokotyls entspricht, Temperaturerniedrigung Verkürzung. Wir haben es also in dem beschriebenen Experiment mit einer Art von Nachwirkung zu tun. Maßgebend für die Länge ist nicht die Temperatur, in der sich das Mesokotyl wirklich entwickelt, sondern die Temperatur, in der die ersten Keimungsstadien durchlaufen werden.

Die Feuchtigkeit des Bodens wirkt sich in der Mesokotyllänge ähnlich aus wie in der Länge des ganzen Keimlings:



Verringerung der Feuchtigkeit — Verkürzung, Erhöhung der Feuchtigkeit — Verlängerung. Sicherlich wird auch die Luftfeuchtigkeit von Bedeutung sein; doch habe ich darüber keine besonderen Beobachtungen gemacht.

Daß Entfernung der Koleoptilspitze das Mesokotylwachstum hemmt, mögen folgende beiden Versuche veranschaulichen. Keimlinge bei der Dekapitation 1,0—1,5 cm lang. Entferntes Spitzenstück 1 mm lang.

Versuch 7:

	Gesamtlänge	Mesokotyllänge
20 Dekapitiert	5,9 ± 0,5	0,7 ± 0,1
16 Normal	7,9 ± 0,3	1,6 ± 0,3

Versuch 56:

	Gesamtlänge	Mesokotyllänge
17 Dekapitiert	5,6 ± 0,6	0,5 ± 0,1
15 Normal	7,4 ± 0,6	1,2 ± 0,4

Die Nutationen.

Die Beobachtungen BREMEKAMPs, LANGEs und PISEKs haben uns mit der sogenannten Dorsiventralitätskrümmung von *Avena* bekanntgemacht. Diese ist eine Nutation, welche besonders am Klinostaten bei Ausschaltung einseitiger Schwerkraftreize deutlich hervortritt. Die Koleoptile erscheint dann so gekrümmt, daß ihre Konvexflanke dem Korn zugekehrt ist. (Vgl. die Abb. bei LANGE 1925, p. 439.) Diese Dorsiventralitätskrümmung ist zwar bei Klinostatenversuchen sehr hinderlich, macht sich aber bei vertikal wachsenden Keimlingen so wenig störend bemerkbar, daß man sie erst am Klinostaten entdeckte. Viel unangenehmer sind hier die schon eingangs erwähnten Krümmungen des Mesokotyls, welche nicht selten ganze Kulturen unbrauchbar machen. Über irgendeine Gesetzmäßigkeit der Krümmungsrichtung ist bisher nichts bekannt geworden. LANGE bezeichnete es geradezu als Charakteristikum der Mesokotylnutationen, daß sie ungerichtet sind im Gegensatz zu den bestimmt gerichteten Nutationen der Koleoptile. Ich möchte hier daher ergänzend über meine eigenen Beobachtungen berichten. Mit Sicherheit konnte ich mich davon überzeugen, daß es auch für die Mesokotylkrümmungen eine bestimmte Nutationsebene gibt. Sie fällt zusammen mit der Ebene der Koleoptilkrümmung. Ein wesentlicher Unterschied zwischen diesen beiden Nutationen besteht aber darin,

daß sie entgegengesetzt gerichtet sind: Während sich bei der Dorsiventralitätskrümmung die Koleoptile vom Korn wegkrümmt, krümmt sich das Mesokotyl zum Korn hin. Ich möchte vorschlagen, die beiden Arten der Nutation einfach als positiv und negativ zu bezeichnen, je nachdem sie zum Korn hin oder vom Korn weg gerichtet ist. Den Ausdruck Dorsiventralitätskrümmung für die Nutation der Koleoptile beizubehalten, dürfte sich wohl nicht empfehlen, da ja auch die Mesokotylnutation eine Dorsiventralitätskrümmung ist. (Die Dorsiventralität ist übrigens im Mesokotyl auch anatomisch sehr deutlich ausgeprägt. Vgl. VAN TIEGHEM 1872, Taf. 13, Fig. 8—15 u. p. 274.)

Wie gesagt, tritt die positive Nutation im Gegensatz zur negativen auch an vertikal wachsenden Keimlingen recht deutlich in Erscheinung. Es gibt freilich Fälle, wo der Keimling völlig gerade wächst, obwohl das Mesokotyl stark entwickelt ist. Die Mesokotylentwicklung ist also nicht unbedingt mit der positiven Nutation verknüpft. Leider sind solche Keimlinge, die allein für tropistische Versuche verwendbar sind, sehr selten, so daß man, wenn man mit völlig etiolierten Keimlingen arbeitet, stets sehr große Kulturen anlegen muß, um eine genügende Zahl brauchbarer Individuen zu bekommen. Der Grad der Krümmung ist bei der positiven Nutation offenbar sehr stark von den jeweiligen Versuchsbedingungen abhängig. Welche Beziehungen da im einzelnen bestehen, habe ich nicht näher analysiert. Ich kann nur sagen, daß die Nutationen immer sehr stark waren, wenn ich die Keimlinge von Anfang an unter einer Glasglocke, also bei hoher Luftfeuchtigkeit, kultivierte. Sehr häufig sieht man die Mesokotyle fast horizontal über den Boden hinwachsen, während die Koleoptile und auch der obere Teil des Mesokotyls in flachem Bogen aufwärts gekrümmt sind. Transversalgeotropismus ist hierbei nicht im Spiele. Die positiven Nutationen erscheinen auch dann, wenn die Keimlinge von Beginn der Entwicklung an durch Rotieren an der horizontalen Achse des Klinostaten einseitiger Schwerewirkung entzogen sind. (Es wurde antagonistische intermittierende Flankenreizung angewendet.) Die positive Nutation ist offenbar ebenso autonom wie die negative. Die Fig. 1 zeigt das Aussehen einiger Keimlinge, die ihre ganze Entwicklung am Klinostaten durchgemacht haben. Es lassen sich beide Nutationen erkennen, die positive im Mesokotyl, die negative in der Koleoptile. Die negative greift etwas auf den obersten Teil des Mesokotyls über.

Bei vertikal stehenden Keimlingen geht auch eine anfänglich starke positive Nutation mit der Zeit unter dem Einfluß der

Schwerkraft ziemlich weit zurück. Es entsteht dann dicht über dem Korn meist ein scharfer Knick, oberhalb dessen der Keimling sich in geotropischer Ruhelage befindet. (Vgl. Fig. 2a und b, junges und älteres Stadium.)

Die Torsionen.

Nur wenige Worte über die Torsionen. Sie sind besonders deutlich bei starker Mesokotylentwicklung. Bleibt das Mesokotyl kurz, so fehlen sie meist ganz. Der Torsionssinn ist fast immer

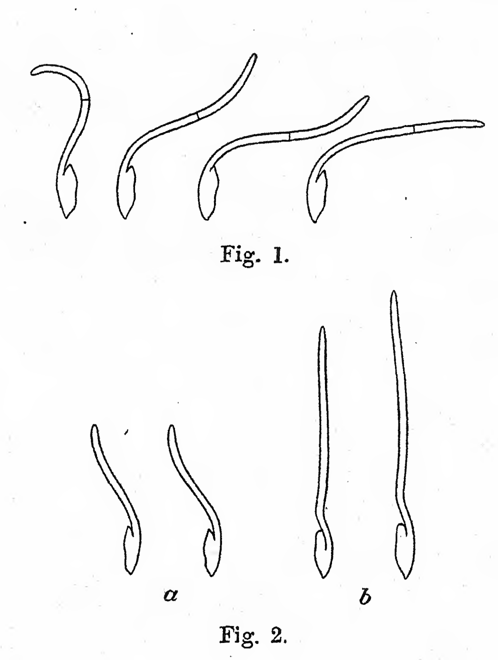


Fig. 1.

Fig. 2.

gleich: Es sind beinahe ausnahmlos Rechtstorsionen. (Die Drehung erfolgt also im Uhrzeigersinne.) Der Torsionswinkel ist in der Regel kleiner als 360°. In extremen Fällen kann das Mesokotyl die Gestalt eines Korkenziehers annehmen. So wird das Gesamtbild eines solchen Keimlings oft recht verworren, zumal auch noch unregelmäßige Krümmungen hinzukommen können. Bei genauem Zusehen findet man aber die einzelnen Komponenten der Wachstumsbewegung ohne große Mühe heraus.

Torsionen an etiolierten Keimpflanzen hat schon SACHS beobachtet (1892, p. 205). Er sah sie bei *Cucurbita*, *Mirabilis*, *Brassica* u. a. Vermutlich handelt es sich in allen diesen Fällen, *Avena* eingeschlossen, um autonome Erscheinungen.

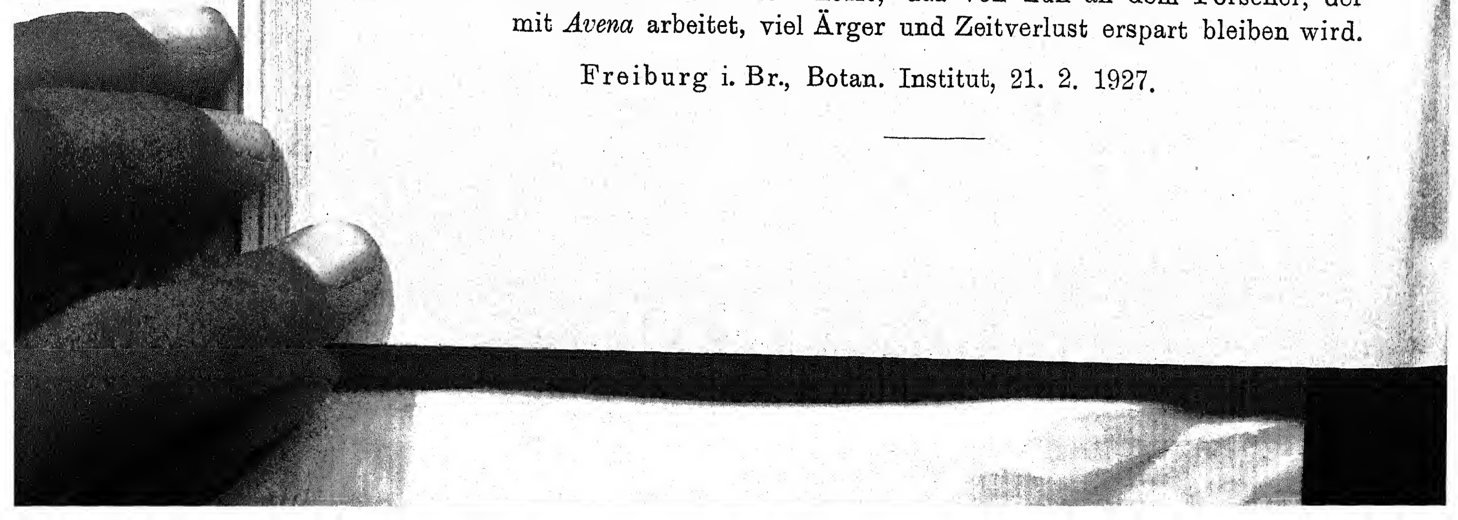
Ich komme nun zu der wichtigen Frage:

Wie erhält man mesokotylfreie Keimlinge?

Es ist gewiß schon vielen Forschern gelungen, die Mesokotylentwicklung zu unterdrücken. Doch über die wahre Ursache ihres Erfolges sind sie sich nicht klar geworden; daher auch alle bisher mitgeteilten Rezepte sich als unzureichend erwiesen haben. Durch Zufall bin ich dem Sachverhalt auf die Spur gekommen. Gewohnt, nur eine geringe Anzahl der ausgesäten Keimlinge benutzen zu können, war ich eines Tages außerordentlich überrascht, sämtliche etwa 200 Pflänzchen tadellos gerade ohne eine Spur von Mesokotyl vorzufinden. So etwas war überhaupt noch nie dagewesen! Als ich mir darüber Rechenschaft zu geben suchte, inwiefern ich diese Kultur anders behandelt hätte als die früheren, fiel mir ein, daß ich sie versehentlich nicht sofort ins Dunkelzimmer gestellt, sondern etwa zwei Tage im Gewächshaus hatte stehen lassen, wo sie dem diffusen Tageslicht ausgesetzt gewesen waren. Meine Vermutung, daß diesem Umstande das erfreuliche Ergebnis zu verdanken sei, hat sich in weiteren Versuchen vollauf bestätigt. Ich habe bisher keine Mißerfolge mehr gehabt, sofern ich die Kulturen während der ersten Keimungsstadien dem Lichte aussetzte. Wenn ich sie ins Dunkelzimmer übertrug, hatte die Koleoptile ungefähr halbe Kornlänge, war mithin noch völlig in den Spelzen eingeschlossen. Der Lichteinfluß wirkt also ähnlich nach, wie ich das von der Temperatur beschrieben habe. Ob und wie stark die Wachstumsgeschwindigkeit durch eine solche Vorbelichtung herabgesetzt, inwieweit die Empfindlichkeit für verschiedene Reize beeinflußt wird, habe ich nicht untersucht. Jedenfalls sind derartig vorbehandelte Pflanzen ein ausgezeichnetes Material für tropistische Versuche, wachsen rasch genug und können selbst bei einer Temperatur von 25—27° C eine Länge von etwa 6 cm erreichen.

Da die Keimungsgeschwindigkeit sehr stark von der Temperatur beeinflußt wird, ist es klar, daß mit der Temperatur auch die Dauer der erforderlichen Vorbelichtung schwanken wird. Die unter den jeweiligen Versuchsbedingungen günstigste Belichtungsperiode zu ermitteln, muß jedem Untersucher selbst überlassen bleiben. Mir kam es hier nur darauf an, das Prinzip der Methode mitzuteilen. Und ich hoffe, daß von nun an dem Forscher, der mit *Avena* arbeitet, viel Ärger und Zeitverlust erspart bleiben wird.

Freiburg i. Br., Botan. Institut, 21. 2. 1927.



Zitierte Literatur.

BREMEKAMP, C. E. B., Das Verhalten der Graskeimlinge auf dem Klinostaten. Diese Ber. 43, p. 159, 1925.

LANGE, S., Über autonome Krümmungen der Koleoptile von *Avena* auf dem Klinostaten. Diese Ber. 43, p. 438, 1925.

PISEK, A., Untersuchungen über den Autotropismus der Haferkoleoptile. Jahrb. f. wiss. Bot. 65, p. 460, 1926.

SACHS, L. v., Pflanzenphysiologie 1, p. 205, 1892.

TIEGHEM, M. Ph., Observations anatomiques sur le cotylédon des graminées. Ann. d. sc. nat. Sér. 5, T. 15, 1872.

VRIES, M. S. DE, Über die Ursachen des Auswachsens des Hypokotyls von *Avena sativa*. Rec. d. trav. bot. néerl. 14, p. 109, 1917.

---

21. C. Inouye: Die Keimungsunterschiede zwischen Bergreis und Wasserreis.

(Mit 1 Abbildung im Text.)

(Eingegangen am 25. Februar 1927. Vorgetragen in der Märzsitzung.)

Vom Reis unterscheidet man zwei Hauptarten: Bergreis und Wasserreis. Wasserreis ist die gewöhnliche Reisart, die auf berieselten Reisfeldern gewonnen wird. Bergreis dagegen wird auf dem Acker in derselben Weise wie Weizen oder Gerste, ohne Berieselung, gebaut. Bergreis hat eine größere Widerstandskraft bei Wassermangel als Wasserreis.

Der jetzt in Japan gebaute Bergreis ist nach Ansicht von Prof. S. KIKKAWA ursprünglich Wasserreis gewesen, der auf Ackerfeldern gebaut wurde und dadurch seine Eigenart erhalten hat. Durch die bisherigen Untersuchungen haben sich zwischen beiden morphologische oder anatomische Verschiedenheiten nicht feststellen lassen.

Verfasser hat früher die Keimung von Körnern beider Arten in der Luft und im Wasser verglichen und dabei ziemlich deutliche Keimungsverschiedenheiten beobachtet. Er möchte hier noch ausführlicher die Wirkungen des Einflusses darstellen, welchen die größere oder geringere Feuchtigkeit auf die Keimung beider ausübt. Diese Untersuchungen wurden im Sommer 1926 im Pflanzenphysiologischen Institut der Universität Berlin angestellt. Herrn

Prof. KNIEP, dem Direktor des Instituts, und Herrn Dr. METZNER sei hier für ihre liebenswürdige Leitung und Hilfe mein wärmster Dank ausgesprochen.

I. Versuchsmethode.

1. Das Versuchsmaterial.

Das Versuchsmaterial waren der Bergreis *Suzumeschirazu* und der Wasserreis *Ischiwari.* Die Körner von beiden waren 1925 auf dem Versuchsfeld der Landwirtschaftlichen Hochschule Miyazaki, Japan, geerntet worden.

2. Keimbett.

Als Keimbett wurde Quarzsand gebraucht. Der Durchmesser eines Quarzsandkorns betrug ca. 0,8—1,0 mm. Der Sand wurde bei 100° C. 3 Stunden lang getrocknet; dann wurden 200 g in eine Flasche mit Korkverschluß gefüllt und als Keimbett verwendet.

3. Versuchsfeuchtigkeit.

Als Versuchsfeuchtigkeit bezeichne ich den Wassergehalt des Keimbettes, der in Gewichtsprozent des Gesamtgewichtes (Sand + Wasser) angegeben wird. Es wurden die folgenden 13 Feuchtigkeitsgrade angewandt:

0,5 %, 2,0 %, 3,5 %, 5,0 %, 6,5 %, 8,0 %, 9,5 %, 11,0 %, 12,5 % 14,0 %, 15,5 %, 17,0 %, 18,5 %.

Bei einer Feuchtigkeit von 18,5% ist das Keimbett mit Wasser gesättigt.

4. Versuchstemperatur.

Die Versuchstemperatur war 30° C. Mittels eines Thermostaten wurde diese Temperatur dauernd aufrecht erhalten.

5. Anzahl der Versuchskörner.

Die Zahl der Versuchskörner betrug je 100.

6. Keimversuch.

Täglich einmal wurde auf Keimung oder Nichtkeimung hin geprüft. Dabei wurden jedesmal die sämtlichen Körner auf ein neues Keimbett von der gleichen Feuchtigkeit übertragen. In bezug auf die Beschaffenheit der Keimung wurde dabei untersucht, ob Hälmchen oder Würzelchen oder beide vorhanden waren.

II. Ergebnis des Keimversuchs.

Die nach der oben beschriebenen Methode gewonnenen Ergebnisse des Keimversuchs sind auf der Tabelle I dargestellt.

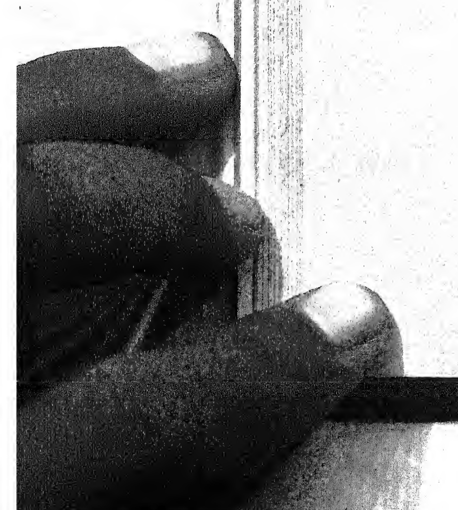


Tabelle I.

A. Keimung von Bergreis *Suzumeschirazu.*

Tage	Feuchtigkeit		0,5	2,0	3,5	5,0	6,5	8,0	9,5	11,0	12,5	14,0	15,5	17,0	18,5
2	Anzahl der gekeimten Körner	mit Hälmchen allein			4	6	9	13	24	27	28	27	23	15	4
		mit Würzelchen allein	7	39	13	5	4	3							
		mit H. u. W.		11	60	70	68	63	48	37	29	22	15	7	
	Summe der	Hälmchen		11	64	76	77	76	72	64	57	49	38	22	4
		Würzelchen	7	50	73	75	72	66	48	37	29	22	15	7	
	Keimprozente		7	50	77	81	81	79	72	64	57	49	38	22	4
3	Anzahl der gekeimten Körner	mit Hälmchen allein	1	5	5	4	9	16	20	25	30	35	42	54	44
		mit Würzelchen allein	79	14	2										
		mit H u. W.		70	85	89	83	75	69	62	54	46	36	18	4
	Summe der	Hälmchen	1	75	90	93	92	91	89	87	84	81	78	72	48
		Würzelchen	79	84	87	89	83	75	69	62	54	46	36	18	4
	Keimprozente		80	89	92	93	92	91	89	87	84	81	78	72	48
4	Anzahl der gekeimten Körner	mit Hälmchen allein		3	1	1	3	8	12	16	19	22	30	45	59
		mit Würzelchen allein	29	2											
		mit H. u. W.	56	86	92	93	90	84	78	73	69	64	54	35	11
	Summe der	Hälmchen	56	89	93	94	93	92	90	89	88	86	84	80	70
		Würzelchen	85	88	92	93	90	84	78	73	69	64	54	35	11
	Keimprozente		85	91	93	94	93	92	90	89	88	86	84	80	70
5	Anzahl der gekeimten Körner	mit Hälmchen allein								1	3	6	8	16	65
		mit Würzelchen allein													
		mit H. u. W.	92	92	93	94	93	92	91	89	86	82	78	68	15
	Summe der	Hälmchen	92	92	93	94	93	92	91	90	89	88	86	84	80
		Würzelchen	92	92	93	94	93	92	91	89	86	82	78	68	15
	Keimprozente		92	92	93	94	93	92	91	90	89	88	86	84	80

Tabelle I.

B. Keimung von Wasserreis *Ischiwari*.

Tage	Feuchtigkeit		0,5	2,0	3,5	5,0	6,5	8,0	9,5	11,0	12,5	14,0	15,5	17,0	18,5
2	Anzahl der gekeimten Körner	mit Hälmchen allein			3	9	12	14	17	20	24	27	32	36	17
		mit Würzelchen allein		9	24	22	21	18	15	11	4				
		mit H. u. W.			7	19	30	36	35	34	32	28	18	1	
	Summe der	Hälmchen			10	28	42	50	52	54	56	55	50	37	17
		Würzelchen		9	31	41	52	54	50	45	36	28	18	1	
	Keimprozente		0	9	34	50	63	68	67	65	60	55	50	37	17
3	Anzahl der gekeimten Körner	mit Hälmchen allein			5	8	9	10	11	13	15	19	28	67	83
		mit Würzelchen allein	7	28	9	3	2								
		mit H. u. W.		42	67	77	81	84	85	83	80	74	62	19	
	Summe der	Hälmchen		42	72	85	90	94	96	96	95	93	90	86	83
		Würzelchen	7	70	76	80	83	84	85	83	80	74	62	19	
	Keimprozente		7	70	81	88	92	94	96	96	95	93	90	86	83
4	Anzahl der gekeimten Körner	mit Hälmchen allein		2	3	3	3	3	3	4	6	8	11	38	90
		mit Würzelchen allein	52	8	5	2	1								
		mit H. u. W.	3	80	88	92	94	96	96	95	92	89	84	56	2
	Summe der	Hälmchen	3	82	91	95	97	99	99	99	98	97	95	94	92
		Würzelchen	55	88	93	94	95	96	96	95	92	89	84	56	2
	Keimprozente		55	90	96	97	98	99	99	99	98	97	95	94	92
5	Anzahl der gekeimten Körner	mit Hälmchen allein	1										8	33	80
		mit Würzelchen allein	12	1											
		mit H. u. W.	59	92	96	97	98	99	99	99	98	97	88	62	12
	Summe der	Hälmchen	60	92	96	97	98	99	99	99	98	97	96	95	92
		Würzelchen	71	93	96	97	98	99	99	99	98	97	88	62	12
	Keimprozente		72	93	96	97	98	99	99	99	98	97	96	95	92

Aus den in dieser Tabelle aufgezeichneten Ergebnissen lassen sich die nachstehenden Tatsachen erkennen.

1. Optimalfeuchtigkeit für die Keimung der Hälmchen und Würzelchen.

Die Optimalfeuchtigkeit für die Keimung der Hälmchen zeigt die Tabelle II, wie folgt: für Bergreis im Durchschnitt 5,4%, für Wasserreis im Durchschnitt 10,4%, d. h. die Optimalfeuchtigkeit für die Keimung der Hälmchen bei Bergreis ist geringer als die bei Wasserreis. Die Optimalfeuchtigkeit für die Keimung der Würzelchen zeigt Tabelle III, wie folgt: für Bergreis durchschnittlich 5,0%, für Wasserreis durchschnittlich 8,9%, d. h. also, daß die Optimalfeuchtigkeit für die Keimung der Würzelchen für Bergreis geringer ist als für Wasserreis.

Tabelle II.

Optimalfeuchtigkeit für die Keimung der Hälmchen.

Tage	Bergreis *Suzumeschirazu*		Wasserreis *Ischiwari*	
	Optimal-feuchtigkeit	Summa der Hälmchen	Optimal-feuchtigkeit	Summa der Hälmchen
2	6,5 %	77	12,5 %	56
3	5,0 %	93	9,5—11,0 %	96
4	5,0 %	94	8,0—11,0 %	99
5	5,0 %	94	8,0—11,0 %	99
Durchschnitt	5,4 %	89	10,4 %	87

Tabelle III.

Optimalfeuchtigkeit für die Keimung der Würzelchen.

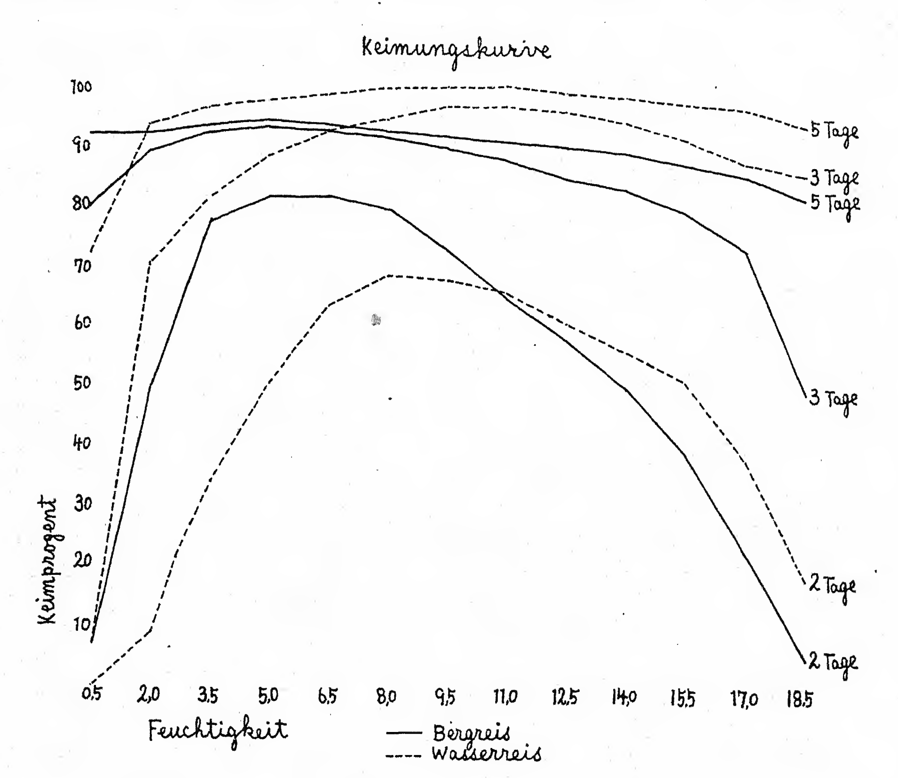
Tage	Bergreis *Suzumeschirazu*		Wasserreis *Ischiwari*	
	Optimal-feuchtigkeit	Summa der Würzelchen	Optimal-feuchtigkeit	Summa der Würzelchen
2	5,0 %	75	8,0 %	54
3	5,0 %	89	9,5 %	85
4	5,0 %	93	8,0—9,5 %	96
5	5,0 %	94	8,0—11,0 %	99
Durchschnitt	5,0 %	88	8,9 %	84

2. Optimalfeuchtigkeit für das Keimprozent.

Die Optimalfeuchtigkeit für das Keimprozent zeigt Tabelle IV, wie folgt: für Bergreis durchschnittlich 5,2 %, für Wasserreis durchschnittlich 9,3 %, d. h. für Bergreis ist auch die Optimalfeuchtigkeit für das Keimprozent geringer wie für Wasserreis.

Tabelle IV.
Optimalfeuchtigkeit für das Keimprozent.

Tage	Bergreis *Suzumeschirazu*		Wasserreis *Ischiwari*	
	Optimal-feuchtigkeit	Keim-prozent	Optimal-feuchtigkeit	Keim-prozent
2	5,0 – 6,5 %	81	8,0 %	68
3	5,0 %	93	9,5 – 11,0 %	96
4	5,0 %	94	8,0 – 11,0 %	99
5	5,0 %	94	8,0 – 11,0 %	99
Durchschnitt	5,2 %	91	9,3 %	91



3. Keimungskurve.

Unter Benutzung der Keimprozente bei jeder Feuchtigkeit habe ich die vorstehende Kurve gezeichnet. Danach ist das Keimprozent für Bergreis bei hoher Feuchtigkeit geringer als für Wasserreis, bei geringer Feuchtigkeit im Gegenteil größer als für Wasserreis.

4. Optimalfeuchtigkeit für die Keimung der Hälmchen allein oder Würzelchen allein.

Wenn wir zunächst nur von der Keimung der Hälmchen reden wollen, so ist die Optimalfeuchtigkeit für diese, wie Tabelle V zeigt, für Bergreis durchschnittlich 16,6 %, für Wasserreis durchschnittlich 18,1 %, d. h. bei größerer Feuchtigkeit in beiden Fällen. Ferner wurde bei jedem von beiden, Bergreis wie Wasserreis, je nach der Zahl der Tage nach der Keimung die Optimalfeuchtigkeit höher. Was nun die Optimalfeuchtigkeit nur für die Keimung der Würzelchen allein betrifft, so betrug sie, wie Tabelle VI zeigt, bei Bergreis durchschnittlich 1,0 %, bei Wasserreis durchschnittlich 1,6 %, d. h. also für beide ist die Feuchtigkeit niedrig, und je nach der Zahl der Tage nach der Keimung wurde die Optimalfeuchtigkeit für beide niedriger. Diese Verschiedenheiten beruhen wohl auf der Eigenheit von Reiskörnern im allgemeinen, daß bei hoher Feuchtigkeit zur Zeit der Keimung die Hälmchen sich gut, die Würzelchen aber sich schlecht entwickeln, während bei niedriger Feuchtigkeit sich die Würzelchen gut, die Hälmchen aber schlecht entwickeln.

Tabelle V.
Optimalfeuchtigkeit für die Keimung der Hälmchen allein.

Tage	Bergreis *Suzumeschirazu*		Wasserreis *Ischiwari*	
	Optimalfeuchtigkeit	Anzahl der Hälmchen allein	Optimalfeuchtigkeit	Anzahl der Hälmchen allein
2	12,5 %	28	17,0 %	36
3	17,0 %	54	18,5 %	83
4	18,5 %	59	18,5 %	90
5	18,5 %	65	18,5 %	80
Durchschnitt	16,6 %	52	18,1 %	72

Tabelle VI.
Optimalfeuchtigkeit für die Keimung der Würzelchen allein.

Tage	Bergreis *Suzumeschirazu*		Wasserreis *Ischiwari*	
	Optimalfeuchtigkeit	Anzahl der Würzelchen allein	Optimalfeuchtigkeit	Anzahl der Würzelchen allein
2	2,0 %	39	3,5 %	24
3	0,5 %	79	2,0 %	28
4	0,5 %	29	0,5 %	52
5	—	—	0,5 %	12
Durchschnitt	1,0 %	49	1,6 %	29

5. Die Anzahl der Hälmchen im Gegensatz zu der Anzahl der Würzelchen.

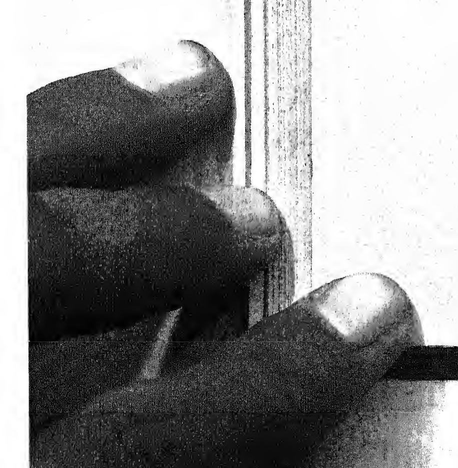
Wenn Reis zur Zeit der Keimung hohe Feuchtigkeit hat, so kommen die Hälmchen früher hervor als die Würzelchen. Bei niedriger Feuchtigkeit kommen umgekehrt die Würzelchen früher hervor als die Hälmchen. Diese Tatsache ist von Prof. T. YOKOI und vielen anderen Gelehrten festgestellt worden. Um durch meine Versuche im letzten Sommer diese Verschiedenheiten zu erkennen, habe ich aus den Ergebnissen des Keimversuchs den Unterschied zwischen der Anzahl der Hälmchen und der Anzahl der Würzelchen ausgerechnet. Die Tabelle VII zeigt das Ergebnis dieser Berechnung. Wenn die Anzahl der Hälmchen größer ist als die Anzahl der Würzelchen, so habe ich sie mit plus bezeichnet; wenn sie umgekehrt kleiner ist, habe ich sie mit minus bezeichnet.

Tabelle VII.

Die Anzahl der Hälmchen im Gegensatz zu der Anzahl der Würzelchen.

	Feuchtigkeit / Tage	0,5	2,0	3,5	5,0	6,5	8,0	9,5	11,0	12,5	14,0	15,5	17,0	18,5
Bergreis *Suzumeschirazu*	2	−7	−39	−9	+1	+5	+10	+24	+27	+28	+27	+23	+15	+4
	3	−78	−9	+3	+4	+9	+16	+20	+25	+30	+35	+42	+54	+44
	4	−29	+1	+1	+1	+3	+8	+12	+16	+19	+22	+30	+45	+59
	5	0	0	0	0	0	0	0	+1	+3	+6	+8	+16	+65
	Durchschnitt	−29	−12	−1	+2	+4	+9	+14	+17	+20	+23	+26	+33	+43
Wasserreis *Ischiwari*	Tage													
	2	0	−9	−21	−13	−10	−4	+2	+9	+20	+27	+32	+36	+17
	3	−7	−28	−4	+5	+7	+10	+11	+13	+15	+19	+28	+67	+83
	4	−52	−6	−2	+1	+2	+3	+3	+4	+6	+8	+11	+38	+90
	5	−11	−1	0	0	0	0	0	0	0	0	+8	+33	+80
	Durchschnitt	−18	−11	−9	−2	0	+2	+4	+7	+10	+14	+20	+44	+68

Wie die Tabelle VII zeigt, ist, wenn die Feuchtigkeit für Bergreis mehr als 5,0 %, für Wasserreis mehr als 8,0 % beträgt, die Anzahl der Hälmchen größer als die Anzahl der Würzelchen, d. h. bei Bergreis ist im Vergleich mit Wasserreis auch bei niedriger Feuchtigkeit die Anzahl der Hälmchen größer als die Anzahl der Würzelchen.



III. Entwicklung der Hälmchen und Würzelchen.

Am 5. Tage, nachdem die Körner in das Keimbett gelegt worden waren, wurde die Entwicklung der Hälmchen und Würzelchen bei Bergreis und Wasserreis verglichen und untersucht. Dabei ergaben sich die nachstehenden Tatsachen:

1. Die Länge der Hälmchen.

Die Länge der Hälmchen war, wie Tabelle VIII zeigt, bei Bergreis bei einer Feuchtigkeit von 8,0 % am größten, bei Wasserreis bei einer Feuchtigkeit von 9,5 %, d. h. die Optimalfeuchtigkeit für die Länge der Hälmchen von Bergreis ist niedriger als die von Wasserreis.

Tabelle VIII.

Die Länge der Hälmchen.

	Feuchtigkeit	0,5	2,0	3,5	5,0	6,5	8,0	9,5	11,0	12,5	14,0	15,5	17,0	18,5
Bergreis *Suzumeschirazu*	Zahl d. Hälmchen	92	92	93	94	93	92	91	90	89	88	86	84	80
	Länge der Hälmchen in Summa	199 mm	1891	2419	2936	3019	3120	2933	2568	2224	1894	1596	1112	252
	Länge der Hälmchen i. Durchsch.	2,2 mm	20,6	26,0	31,2	33,4	33,9	32,2	28,9	25,0	21,5	18,3	13,2	3,2
Wasserreis *Ischiwari*	Zahl d. Hälmchen	60	92	96	97	98	99	99	99	98	97	96	95	92
	Länge der Hälmchen in Summa	125 mm	1112	1541	1852	2022	2170	2224	2168	2045	1929	1820	1348	431
	Länge der Hälmchen i. Durchsch.	2,1 mm	12,1	16,0	19,1	20,6	22,0	22,5	21,9	20,9	19,9	19,0	14,2	4,7

2. Das Gewicht der Hälmchen.

Wenn die Hälmchen von Bergreis und Wasserreis 10 Stunden lang unter einer Temperatur von 100° C getrocknet und dann gewogen wurden, zeigten sich die auf Tabelle IX aufgezeichneten Ergebnisse, d. h. das Gewicht der Hälmchen bei Bergreis war bei einer Feuchtigkeit von 6,5 % am größten; für Wasserreis das bei einer Feuchtigkeit von 9,5 %.

Tabelle IX.

Das Gewicht der Hälmchen.

	Feuchtigkeit	0,5	2,0	3,5	5,0	6,5	8,0	9,5	11,0	12,5	14,0	15,5	17,0	18,5
Bergreis *Suzumeschirazu*	Zahl d. Hälmchen	92	92	93	94	93	92	91	90	89	88	86	84	80
	Gewicht d. Hälmchen in Summa	3 cg	18	23	27	30	28	27	25	21	19	15	7	1
	Gewicht d. Hälmchen i. Durchsch.	0,03 cg	0,20	0,25	0,29	0,32	0,30	0,30	0,28	0,24	0,22	0,17	0,08	0,01
Wasserreis *Ischiwari*	Zahl d. Hälmchen	60	92	96	97	98	99	99	99	98	97	96	95	92
	Gewicht d. Hälmchen in Summa	1 cg	11	18	21	24	25	27	26	25	23	17	9	2
	Gewicht d. Hälmchen i. Durchsch.	0,02 cg	0,12	0,19	0,22	0,24	0,25	0,27	0,26	0,26	0,24	0,18	0,09	0,02

3. Das Gewicht der Würzelchen.

Die Würzelchen von Bergreis und Wasserreis wurden in derselben Weise gewogen. Dabei zeigten sich die in Tabelle X aufgezeichneten Ergebnisse, d. h. das Gewicht der Würzelchen bei Bergreis war bei einer Feuchtigkeit von 5,0 % am größten; für Wasserreis das bei einer Feuchtigkeit von 8,0 %.

Tabelle X.

Das Gewicht der Würzelchen.

	Feuchtigkeit	0,5	2,0	3,5	5,0	6,5	8,0	9,5	11,0	12,5	14,0	15,5	17,0	18,5
Bergreis *Suzumeschirazu*	Zahl d. Würzelch.	92	92	93	94	93	92	91	89	86	82	78	68	15
	Gew. d. Würzelchen in Summa	5 cg	7	7	9	7	6	6	5	4	4	3	2	0,1
	Gew. d. Würzelchen i. Durchsch.	0,05 cg	0,08	0,08	0,10	0,08	0,07	0,07	0,06	0,05	0,05	0,04	0,03	0,01
Wasserreis *Ischiwari*	Zahl d. Würzelch.	71	93	96	97	98	99	99	99	98	97	88	62	12
	Gew. d. Würzelchen in Summa	3 cg	8	9	10	11	12	11	10	8	7	5	2	0,2
	Gew. d. Würzelchen i. Durchsch.	0,04 cg	0,09	0,09	0,10	0,11	0,12	0,11	0,10	0,08	0,07	0,06	0,03	0,02

IV. Zusammenfassung.

Verfasser hat Körner von Bergreis und Wasserreis in Keimbetten von verschiedener Feuchtigkeit keimen lassen und die Schnelligkeit der Keimung, die gute oder schlechte Entwicklung der Hälmchen und Würzelchen verglichen und hat dabei festgestellt, daß zwischen beiden die folgenden Unterschiede bestehen:

1. Die Optimalfeuchtigkeit für die Keimung der Hälmchen und Würzelchen von Bergreis ist niedriger als die von Wasserreis. Mithin ist die Optimalfeuchtigkeit für das Keimprozent von Bergreis ebenfalls niedriger als für Wasserreis.

2. Wenn Reis zur Zeit der Keimung hohe Feuchtigkeit hat, so kommen die Hälmchen früher und die Würzelchen später hervor. Dagegen kommen bei Bergreis, auch wenn die Feuchtigkeit niedriger ist als die bei Wasserreis, die Hälmchen früher hervor als die Würzelchen.

3. Die Entwicklung der Hälmchen und Würzelchen der Körner von Bergreis ist am besten bei einer niedrigeren Feuchtigkeit als beim Wasserreis.

Literatur.

YOKOI, T., On the development of the plumule and radicle of riceseed with various quantities of water in the germinating medium. Bull. Coll. Agri. Imp. Univ. Tokyo. III, No. 5.

AKEMINE, M., Zur Kenntnis der Keimungsphysiologie von *Oryza sativa*. FÜHLINGs Landw. Ztg. 63. Jahrg. Heft 3.

—, —, Beiträge zur Kenntnis der Keimung von *Oryza sativa*. Oesterr. Bot. Zeitschr. Jahrg. 1913. Nr. 5.

NAGAI, I., Some studies on the germination of seed of *oryza sativa*. Jour. Coll. Agri. Tokyo. Vol. III. No. 3.

KONDŌ, M., Beiträge zur Kenntnis der Keimungsphysiologie der Reissaatkörner *(Oryza sativa)*, des Wachstums ihrer Keimpflanzen und der Beschaffenheit des Reissaatbeetes *(Nawashiro)*. Berichte des Ōhara Instituts für Landw. Forschungen in Kuraschiki. Band II. Heft 3.

---

22. H. Spinner: Pollenanalytische Untersuchungen an einem Schweizer-Jura-Hochmoor.

(Eingegangen am 14. März 1927. Vorgetragen in der Märzsitzung.)

Der Schweizer Jura besitzt einige der schönsten Hochmoore Europas. Eins der höchst gelegenen befindet sich beim Weiler „Le Grand Cachot“: $\varphi = 47^{0}$ N; $\lambda = 6^{0} 40'$ E; Höhe ü. M. = 1050 m. Das gegenwärtige Klima des Ortes ist subozeanisch: Jahresmittel 4,7°, Januar — 3,6°, Juli 13,3°; jährlicher Niederschlag 1400 mm (siehe SPINNER 1).

In einer vorläufigen Mitteilung (2) habe ich schon ein Schema der ersten Resultate meiner Untersuchungen gegeben, heute ist es mir möglich, ein viel detaillierteres Bild zu schaffen.

Die folgenden Zahlen sind Mittelwerte aus sechs Probenreihen, die an verschiedenen Stellen einer etwa ½ km² großen Fläche herausgeholt worden sind. Diese Probenserien waren nicht ohnehin vergleichbar, da die Tiefe des Torfes von Ort zu Ort wechselt, 3 m bis mehr als 5 m. Ich konnte die Schichten parallelisieren, durfte aber die mathematischen Durchschnittzahlen nicht zu genau berechnen; ich gebe sie mit einer Annäherung von höchstens 0,5 %, denn es handelt sich hier um ein Gesamtbild der Waldgeschichte im Neuenburger Jura und nicht um präzise Zahlen der Probenentnahmen einer bestimmten Stelle.

Die Waldsukzession ist, wie man sieht, eine ganz normale und läßt sich ohne weiteres in den Rahmen der postglazialen Klimate hineinschieben.

Eine erste Frage ist zu beantworten: „Welche Föhrenart erschien zuerst?“ Ich habe eine gewisse Zahl Föhrenpollenkörner gemessen und folgende Längen gefunden: im Torf aus einer Tiefe von 4,50 m 55,7 μ; von 4,10 m 59,7 μ; von 3,70 m 70 μ. Nach den Angaben von DOKTUROWSKY (3) und STARK (4) dürfen wir annehmen, daß *Pinus silvestris* sich zuerst ansiedelte und sich während der borealen Zeit ± üppig entwickelte. Mit der atlantischen Zeit wurde die Waldföhre ganz verdrängt, während *Pinus montana* auf den in vollster Ausbildung sich befindenden Mooren sich einbürgern konnte. Heute ist keine Waldföhre in unserem Tal zu finden, während die Bergföhre den Hauptbestandteil der Hochmoorwälder bildet.

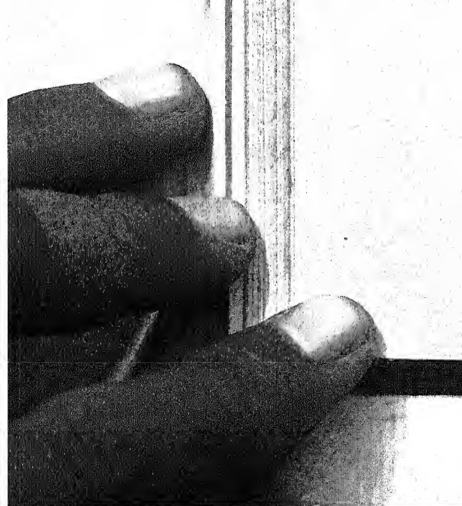


Tabelle 1.

Tiefe der Probe in cm	Prozentzahlen der Pollenkörner								Dominierende Typen
	Picea	*Abies*	*Pinus*	*Fagus*	*Betula*	*Salix Alnus*	Eichen-Mischwald	*Corylus*	
20	45	30	8	15	0,5	0,5	0,5	0,5	Fichte
40	37	35	3,5	19	0,5	3	0,5	0,5	↑
60	35	40	2,5	19	0,5	3	0,5	0,5	Fichte — Tanne — Buche
80	33	41	2	21	0,5	2	1	0,5	↑
100	21	50	2	23	0,5	2	2	0,5	
120	21	55	2	18,5	0,5	1,5	1,5	0,5	
140	20	53	2,5	20	0,5	2	2	0,5	Tanne — Fichte — Buche
160	19	51	1,5	25	0,5	0,5	2	0,5	↑
180	18	45	2,5	31	0,5	0,5	2,5	0,5	
200	18	42	3	33	0,5	0,5	3	0,5	
220	16,5	41	1	36	1	1	3,5	0,5	
240	19	42	1	33	1	1,5	2,5	0,5	
260	25	46	1	25	0,5	0,5	2	0,5	Tanne — Buche — Fichte
280	25	52	1	25	0,5	1	1	0,5	↑
300	13,5	55	3	20	3	2,5	3	0,5	
320	1	70	2,5	7	5	6	8,5	1,5	Tanne
340	2,5	26,5	18,5	—	22,5	14	16,5	3,5	↑ Übergangszeit
360	1,5	7	69	—	12	3	7,5	7,5	↑
380	1	5,5	71	—	11	3,5	9	8,5	
400	1	—	68	—	21,5	1,5	8	10,5	
420	—	—	66	—	15,5	7,5	10,5	26,5	Kiefer — Birke — Mischwald
440	—	—	72,5	—	26,5	1,5	1	11,5	↑
460	—	—	75	—	21,5	1,5	—	13	Kiefer — Birke
480	—	—	90	—	10	—	—	—	↑
500	—	—	100	—	—	—	—	—	Kiefer

Eine zweite Frage ist zu erläutern: „Welches war die Zusammensetzung des Eichenmischwaldes?“ Wir haben den Namen beibehalten, obschon die Eiche nie dominant war. Vielleicht war sie am Ende der borealen Periode hier und da in ansehnlicher Zahl vorhanden, aber wohl nur an bevorzugten Orten. Mit der atlantischen Zeit verschwand sie und konnte seither in das Gebiet nicht mehr eindringen. Der Hauptbestandteil des Mischwaldes war regelmäßig *Tilia*, dann folgen *Acer*, *Ulmus*, selten *Fraxinus*.

Alle vier Arten wachsen noch im Gebiet, besonders *Acer pseudoplatanus*.

Nach den Mitteilungen von Herrn Forstinspektor LOZERON in Le Locle und nach meinen eigenen Untersuchungen ist es

möglich, wie folgt die durchschnittliche Zusammensetzung der verschiedenen Wälder (eigentliche und Hochmoorwälder und bewaldete Weiden) des Gebietes, d. h. des Tales von La Brévine—La Chaux du Milieu, in % auszudrücken: *Picea* 70 %; *Abies* 18 %; *Pinus montana* 5 %; *Fagus* 3 %; *Betula* 2 %; Mischwald 1,5 %; *Salix* und *Alnus* 0,5 %; *Corylus* 1 %.

Eine letzte Frage ist die: „Wie steht es mit dem Schichtenwechsel des Torfes selbst?" Da, wo die Tiefe 5,30 m erreicht, fand ich: von 5,30 m bis 4,25 m *Hypnum*-Torf; dann bis 3,30 m *Carices-Scheuchzeria*-Torf; nachher bis 2,60 m *Eriophorum*-Torf; endlich bis oben *Sphagnum*-Torf. Alle anderen Probenserien zeigten ein ähnliches Bild, d. h. eine ununterbrochene Entwicklung des Flachmoores zum Hochmoore. Wir können daraus schließen, daß das Klima des untersuchten Gebietes immer feucht genug war, um ein fortwährendes Wachstum der Moorpflanzen zu erlauben. Dies steht im Einklang mit den Angaben von SCHRÖTER (5) und GAMS (6 und 7).

Botanisches Institut der Universität Neuchâtel (Schweiz), März 1927.

Bibliographie.

1. SPINNER, H., Le climat de la Vallée de la Brévine. Bull. de la soc. neuchâteloise d. sc. nat. T. LI, 1927.
2. —, —, Analyse pollinique de la tourbe de deux marais de la Vallée de la Brévine. Eb. T. L, 1926.
3. DOKTUROWSKY, W. S., und KUDRJASCHOW, Hilfsmittel zur geologischen Untersuchung der Moore. Geol. Archiv. III, 1924.
4. STARK, P., Über die Zugehörigkeit des Kieferpollens in den verschiedenen Horizonten der Bodenseemoore. Ber. d. Deutsch. Bot. Gesellschaft. Bd. XLV, 1927.
5. FRÜH und SCHRÖTER, Die Moore der Schweiz. Beitr. z. Geol. d. Schweiz. Geotechnische Serie III, Bern 1904.
6. GAMS und NORDHAGEN, Postglaziale Klimaänderungen und Erdkrustenbewegungen in Mitteleuropa. München 1923
7. GAMS, H., Remarques sur le développement postglaciane des Alpes et de l'avant-pays alpin. Bull. de la Murithienne du Valais, fasc. XLII, 1925.

23. K. Fritsch: Der Blütenstand von Ramondia Myconi (L.) F. Schltz.

(Mit 1 Abbildung im Text.)

(Eingegangen am 23. März 1927. Vorgetragen in der Märzsitzung.)

Schon LINNÉ fiel die eigenartige Anordnung der Blüten dieser schönen Pyrenäen-Pflanze auf. In seinem „Hortus Cliffortianus" (1737), in welchem auf S. 50 die Art unter dem Namen „*Cortusa foliis ovatis sessilibus*" angeführt erscheint, schreibt er über ihren Blütenstand folgende Worte[1]): „Singulari modo et flores suos profert. Scapus versus summitatem dividitur in quattuor ex eodem puncto ramos antrorsum ad idem latus versos et inflexos, quorum posticus longissimus, anticus brevissimus, laterales aequales mediae longitudinis, in medio emittentes ramulum minorem. Hisce singulis impositis floribus numeramus fructificationes sex, quorum duo et duo paria, summo et infimo impari."

Solche sechsblütige Blütenstände, wie sie LINNÉ beschrieb, sind jedenfalls selten. Ich habe die Herbarien des botanischen Institutes der Universität Wien (H. W.), des Institutes für systematische Botanik der Universität Graz (H. G.) und des Joanneums in Graz (H. J.) daraufhin genau durchgesehen und nur einen einzigen Blütenschaft gefunden, der tatsächlich 6 Blüten in der von LINNÉ beschriebenen Anordnung trägt. Dieser fand sich neben einem vierblütigen, zwei dreiblütigen und einem einblütigen Schafte an einem sehr üppigen, eben im Aufblühen begriffenen Exemplar, welches BORDÈRE bei Gèdre 1888 gesammelt hatte (H. G.). (Fig. 1.)

Bevor ich über den Befund an anderen Herbarexemplaren berichte, möchte ich die Ergebnisse von Untersuchungen an frischen Pflanzen des Wiener botanischen Gartens mitteilen, die ich schon 1899 vornahm, ohne sie bisher zu veröffentlichen. Ich untersuchte damals 13 Blütenschäfte; unter diesen waren 3 vierblütig, 3 dreiblütig mit einer verkümmerten vierten Blüte, 2 zweiblütig mit einer verkümmerten dritten Blüte, die übrigen 5 zweiblütig ohne ein solches Rudiment. Die zuletzt genannten 5 Blütenstände waren

1) Ich fand die Stelle in RICHTER, Codex botanicus Linnaeanus, S. 192 wiedergegeben. Herr Kollege E. JANCHEN (Wien) hatte die Güte, das Original zu vergleichen.

hochblattlos, die anderen trugen meist 1—2 kleine Hochblätter[1]). Über die Stellungsverhältnisse der Blüten gibt die folgende Zusammenstellung Auskunft:

Schaft 1. Eine zuerst aufblühende, offenbar terminale Blüte. Unter dieser, beträchtlich kürzer gestielt, anscheinend median gelegen, eine zweite Blüte; neben dieser auf einer Seite eine hochblattlose dritte und auf der anderen Seite eine in der Achsel eines sehr kleinen Hochblattes stehende vierte Blüte. Die Blüten öffnen sich in der hier eingehaltenen Reihenfolge. (Fig. 2, 3.)

Schaft 2. Ebenso, aber das Hochblatt größer und die Aufblühfolge derart, daß die in dessen Achsel stehende Blüte vor jener, die auf der anderen Seite steht, aufblüht.

Schaft 3. Wie 1, aber das Hochblatt verkümmert.

Schaft 4. Wie 1, aber die vierte Blüte verkümmert.

Schaft 5. In allen bisher besprochenen Fällen war das Hochblatt bei Betrachtung von vorn links gelegen. Hier lag das Hochblatt rechts; die in seiner Achsel stehende Blüte war verkümmert. Sonst wie 1.

Schaft 6. Genau wie 5.

Schaft 7. Eine Endblüte und eine mediane Seitenblüte. Zu beiden Seiten der letzteren je ein Hochblatt: rechts ein fast laubblattartiges mit einer verkümmerten Blütenknospe in der Achsel, links ein kleineres ohne Achselprodukt.

Schaft 8. Wie 7, aber das links befindliche Hochblatt größer als das andere.

Schäfte 9—13. Nur die Endblüte und die mediane Seitenblüte entwickelt. Hochblätter fehlen. (Fig. 4.)

Jeder Schaft trägt also eine terminale Blüte; sie steht am Ende des „(ramus) posticus longissimus" im Sinne der von Linné gegebenen Beschreibung. Der „(ramus) anticus brevissimus" trägt die mediane Seitenblüte, welche an den von mir untersuchten lebenden Exemplaren niemals fehlte, aber an Herbarexemplaren nicht selten fehlt. Sie stand in den von mir untersuchten (oben verzeichneten) Fällen niemals in der Achsel eines Hochblattes. Hingegen stehen die beiden „(rami) laterales aequales mediae longitudinis" nicht selten in der Achsel kleiner Hochblätter, von welchen allerdings gewöhnlich nur eines entwickelt ist. An Herbarexemplaren sind in der Regel gar keine Hochblätter wahrzunehmen; einige Ausnahmen sind weiter unten erwähnt.

1) Die Angabe „bracteae nullae" in der Gattungsdiagnose von *Ramondia* bei Clarke in de Candolle, Monographiae Phanerogamarum V. 1, S. 167 trifft also keineswegs immer zu.

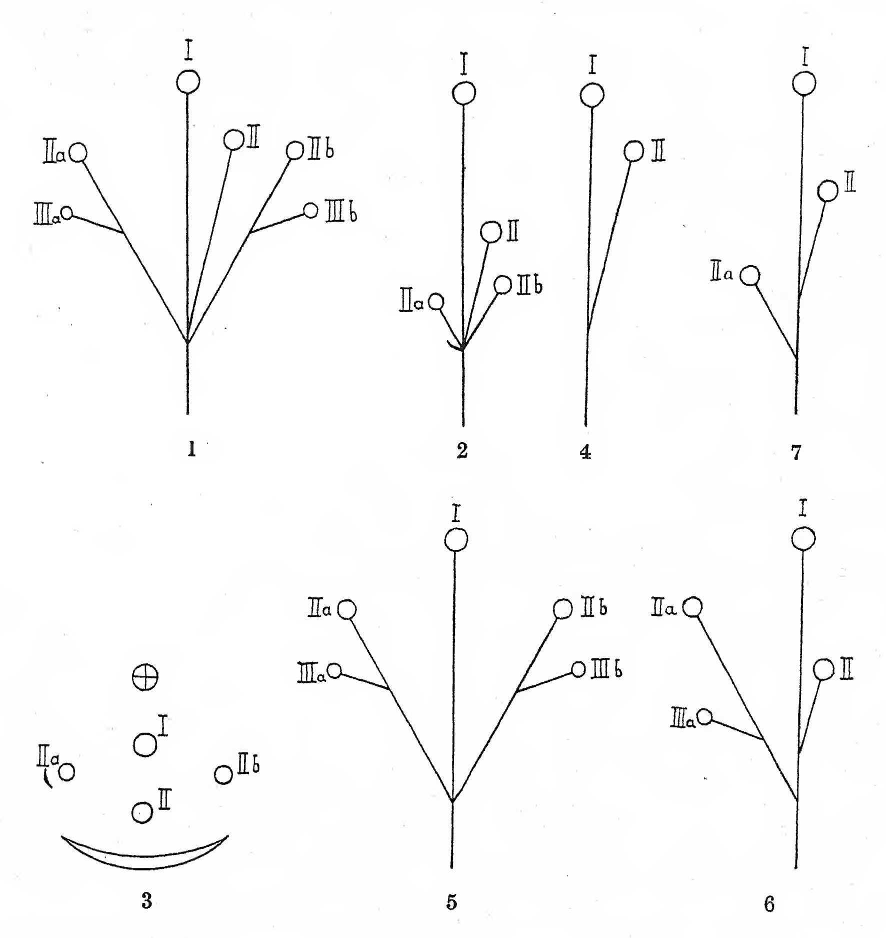


Fig. 1. Schema einer sechsblütigen Inflorescenz von *Ramondia Myconi.* I Terminalblüte, II mediane Seitenblüte, IIa und IIb Endblüten der Dichasialzweige, IIIa, IIIb Seitenblüten der letzteren. (Text Seite 201.)

Fig. 2. Schema einer vierblütigen Inflorescenz von *Ramondia Myconi* (Schaft 1, Seite 202). Aufblühfolge: I, II, IIb, IIa.

Fig. 3. Diagramm derselben Inflorescenz. Unten das Laubblatt, oben das Rhizom.

Fig. 4. Schema einer zweiblütigen Inflorescenz von *Ramondia Myconi* (Schäfte 9—13, Seite 202). Aufblühfolge: I, II.

Fig. 5. Schema einer fünfblütigen Inflorescenz von *Ramondia Myconi* (Exemplar 2, Seite 205). Aufblühfolge: I, IIa, IIb, IIIb, IIIa.

Fig. 6. Schema einer vierblütigen Inflorescenz von *Ramondia Myconi* mit entwickeltem Internodium zwischen den Insertionsstellen der Stiele von IIa und II (Beispiel a, Seite 205).

Fig. 7. Schema einer dreiblütigen Inflorescenz von *Ramondia Myconi* mit entwickeltem Internodium zwischen den Insertionsstellen der Stiele von IIa und II (Text Seite 205).

Der Gesamtaufbau einer *Ramondia*-Pflanze ist folgender: ein orthotropes, monopodial aufgebautes Rhizom trägt an seiner Spitze eine Rosette grundständiger Laubblätter, wie etwa bei *Viola hirta* L In der Achsel dieser Laubblätter entspringen die Blütenschäfte. Da diese stets eine Terminalblüte tragen, ist die Pflanze zweiachsig. Die Achsen zweiter Ordnung sind blattlos oder tragen 1—2 Hochblätter, die wohl den Vorblättern bei *Viola* homolog sind.

Die zweiblütigen Schäfte tragen, wie schon erwähnt wurde, eine median vorn stehende Seitenblüte. Sie blüht stets später auf als die Terminalblüte, mit der zusammen sie nach meiner Auffassung ein einfaches Monochasium bildet[1]). Solche einfache Monochasien (Blütenpaare) sind als Bestandteile stark zusammengesetzter Inflorescenzen bei anderen Gesneriaceen häufig, so z. B. bei *Streptocarpus*-Arten. Der Blütenstand von *Ramondia* ist offenbar sehr reduziert.

Sind bei *Ramondia Myconi* drei oder vier Blüten am Schaft entwickelt, so stehen 1—2 derselben, wie schon oben erwähnt wurde, in der Achsel kleiner Hochblätter, welche aber auch fehlen können. Diese Hochblätter stehen transversal (wie es bei den Vorblättern der Dikotylen ganz allgemein ist), sind aber samt ihren Achselprodukten nach vorn verschoben, wodurch die Inflorescenz stark einseitwendig wird. Nicht immer, aber in manchen Fällen (Beispiele folgen unten) ist deutlich wahrzunehmen, daß die Vorblätter tiefer am Schaft entspringen als der Stiel der medianen Seitenblüte. Die Inflorescenz stellt sich sonach als ein Dichasium dar, dessen Mittelblüte durch ein einfaches Monochasium ersetzt ist.

Fünf- und sechsblütige Exemplare habe ich, wie schon bemerkt wurde, nicht lebend gesehen. Hingegen habe ich in den von mir durchgesehenen Herbarien außer dem oben schon erwähnten sechsblütigen Schaft auch noch zwei fünfblütige Schäfte gefunden, die ich nunmehr zunächst beschreiben will (beide liegen im Herbarium des botanischen Institutes der Universität Wien). Es handelt sich in beiden Fällen abermals um Exemplare, die BORDÈRE bei Gèdre gesammelt hat.

Exemplar 1 (ausgegeben von der Société Helvétique 1876, Herb. A. KERNER). Ein Fruchtstand mit drei schon aufgesprungenen Früchten, eine am Schaft terminal, die beiden anderen an einem

1) ČELAKOVSKÝ würde dieses Blütenpaar wohl als „Archibrachium" bezeichnet haben. Man vergleiche hierüber seine Ausführungen in Botan. Jahrb. XVI, S. 44 und in Rozpravy České Akademie Třída II, Ročnik I, Čislo 20, S. 76. Neuere Morphologen verwenden die Bezeichnung „Archibrachium" wohl nicht mehr.

gegabelten Seitenzweig. Der zweite, gleich hoch entspringende Seitenzweig ist abgebrochen; ich kann somit nicht wissen, ob er eine oder zwei Blüten trug, nehme aber das erstere an, da er bedeutend schwächer entwickelt ist als der andere Seitenzweig. Etwas höher als die beiden erwähnten Seitenzweige entspringt der Stiel der medianen Seitenblüte, welche verkümmert ist oder wenigstens keine Frucht geliefert hat.

Exemplar 2 (Flora selecta exsiccata p. Ch. MAGNIER, Nr. 106 bis, Herb. Halácsy). Ein üppiges Stück mit einem einzigen Schaft, dessen Endblüte geöffnet ist. Zwei annähernd gleich hoch entspringende Seitenzweige tragen je 2 Blütenknospen. Die mediane Seitenblüte fehlt, was bei mehrblütigen Schäften selten ist. Hier ist also der Blütenstand ein Dichasium mit monochasial ausgebildeten Zweigen. (Fig. 5.)

Aus dem übrigen von mir durchgesehenen Herbarmaterial will ich nur einige interessantere Fälle herausgreifen.

1. Vierblütige Schäfte.

a) Gèdre (BORDÈRE, Herb. Keck, H. W.). Ein Fruchtschaft. Eine Frucht terminal, unter ihr eine zweite (median?), tiefer inseriert ein Zweig mit zwei Früchten, dessen Endfrucht weiter entwickelt ist als die mediane (falls letztere wirklich median, ein Ausnahmefall, weil sonst die mediane Seitenblüte in der Regel die zweite in der Entwicklungsfolge ist). (Fig. 6.)

b) Montserrat (TRÉMOLS, Herb. Halácsy, H. W.). Ein Fruchtschaft. Terminale Frucht am weitesten entwickelt. In annähernd gleicher Höhe entspringen ein zweiblütiger und ein einblütiger Zweig. Hier fehlt also entweder die mediane Seitenblüte oder einer der beiden Dichasialzweige.

c) Montserrat (TRÉMOLS, H. G.). Ein genau ebenso gebauter Schaft, eben im Aufblühen.

d) Gèdre (BORDÈRE, H. J.). Wie c.

2. Dreiblütige Schäfte.

Hier möchte ich nur erwähnen, daß gar nicht selten zwischen den Insertionsstellen der beiden Seitenblüten ein längeres Internodium eingeschaltet ist. (Fig. 7.) Als Beispiele seien angeführt Exemplare aus Gèdre (HUGUÉNIN, BORDÈRE, H. W.), Montserrat (TRÉMOLS, H. J.), Pyr. centr., iter dell'Ospizio (BUBANI, H. W.). Ob die obere Seitenblüte in diesen Fällen stets die median stehende ist, kann natürlich an Herbarmaterial nicht sicher festgestellt werden, ist aber wahrscheinlich.

Es wurde schon oben erwähnt, daß an Herbarexemplaren in der Regel keine Hochblätter wahrzunehmen sind. Nur an drei Schäften unter den sehr zahlreichen, die ich daraufhin untersuchte, fand ich zweifellos je ein Hochblatt entwickelt: an dem eben erwähnten dreiblütigen Schaft aus Montserrat (TRÉMOLS, H. J.) war an der Insertionsstelle des Stieles der oberen Seitenblüte (also der medianen?) ein kleines (fast borstenförmiges) Hochblatt wahrzunehmen; an einem zweiten dreiblütigen Schaft von demselben Standort und Sammler (H. G.) war ein etwas breiteres Hochblatt an der Insertionsstelle eines der gleich hoch inserierten Stiele der Seitenblüten zu sehen; ebenso fand ich ein Hochblatt an der Insertionsstelle des Stieles der Seitenblüte eines zweiblütigen Schaftes bei einem Exemplar aus Gavarnie (BORDÈRE, H. G.).

Fassen wir alle hier beschriebenen Einzelfälle zusammen, so ergibt sich folgendes Bild von der Inflorescenz bei *Ramondia Myconi*: Die vollständige sechsblütige Inflorescenz, die aber nur selten zu sehen ist, stellt ein Dichasium dar, dessen drei Blüten durch einfache Monochasien (Blütenpaare) ersetzt sind. Wir haben in diesem Falle eine Blüte an einer Achse zweiter Ordnung[1]), nämlich an der Spitze des Blütenschaftes, drei Blüten an der Spitze von Achsen dritter Ordnung (die mediane Seitenblüte und die Terminalblüten der beiden Dichasialzweige) und zwei Blüten an Achsen vierter Ordnung (die beiden gewöhnlich fehlenden Seitenblüten der beiden Dichasialzweige). Alle Blüten mit Ausnahme der Terminalblüte des Schaftes können verkümmern oder ganz fehlen, so daß die Zahl der Blüten eines Schaftes von 6 bis auf 1 herabgehen kann. In den Herbarien findet man am häufigsten Schäfte mit 1—3 Blüten[2]).

Die Inflorescenz von *Ramondia Myconi* ist also ausgesprochen cymös, sieht jedoch namentlich dann, wenn die beiden Achsen vierter Ordnung fehlen (was ja zumeist der Fall ist), einer armblütigen Dolde sehr ähnlich.

Die Abbildungen hat Herr Dr. F. WIDDER nach meinen Angaben gezeichnet.

---

1) Die Achse erster Ordnung (das Rhizom) wächst, wie schon oben erwähnt wurde, unbegrenzt und trägt nur Laubblätter.

2) WILLKOMM (Prodromus florae hispanicae II, S. 536) schreibt: „floribus in apice scapi aphylli 2—5 umbellatis, raro solitariis". Ich fand jedoch einblütige Schäfte sehr häufig (nicht „raro") in den Herbarien.

24. E. Heinricher: Ein anschauliches Beispiel für die Stetigkeit individueller Eigenschaften.

(Mit 2 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 24. März 1927. Vorgetragen in der Märzsitzung.)

Im Jahre 1901 oder 1902 ließ ich im alten botanischen Garten einen jüngeren, im System stehenden, etwa 3 m hohen Ginkgo-Baum den eigenen Gipfel abnehmen und dafür einen anderen aufsetzen. Dieser war aus Würzburg bezogen. Ich übergehe vorläufig den Grund, welcher zu diesem Verfahren Anlaß gegeben, weil er mit dem im folgenden zu besprechenden keinen Zusammenhang hat. Der neue Gipfel entwickelte sich kräftig, und bald beobachtete ich, daß an ihm in jedem Frühjahr der Knospenaustrieb früher einsetzte als an den Ästen des basalen Stammes. Das gab Veranlassung, im Frühling 1909 die in Abb. 1 wiedergegebene Aufnahme zu besorgen. Obgleich der Hintergrund nicht sonderlich günstig ist, tritt doch der Gegensatz zwischen dem basalen Stamm und dem aufgepfropften Gipfel deutlich hervor. Man erkennt leicht, daß die Knospen am oberen Stück im Laubaustrieb begriffen waren. Deutlicher hebt sich das von der Mauer des dahinter stehenden Gebäudes ab — beginnend ungefähr in Fensterhöhe —, weniger, aber immerhin verfolgbar da, wo das Dach den Hintergrund bildet. Hingegen hat an den Ästen des basalen Stammteiles der Knospenaustrieb noch nicht eingesetzt.

Dieser Ginkgo-Baum war der einzige Baum, der aus dem alten botanischen Garten in den neuen in Hötting überführt wurde. Dazu war bestimmend, daß die Ausfuhr durch eine enge Gasse und einen Torbogen an sich die größten Schwierigkeiten bereiteten, in Hötting noch praktikable Zufuhrwege mangelten und abgesehen davon die Transportkosten gegenüber den vorhandenen Mitteln nicht erschwingbar gewesen wären. Ganz unmöglich wäre die Übersiedlung des mächtigen schönen Ginkgo gewesen, der sich im hinteren, sogenannten Theresianischen Teil des Gartens befand und heute noch auf dem Gymnasialhof des neuen Gymnasiums steht.

Der übersiedelte Baum gedieh im neuen Garten gut, und ich hatte wiederholt beobachtet, daß seine Komponenten ihren eigenen Rhythmus in der Laubentfaltung, wie früher, beibehalten hatten. Erst im vergangenen Jahre aber beachtete ich, daß auch beim

herbstlichen Laubabwurf die scharfe Sonderung zwischen dem basalen Stammteil und dem Gipfelteil besteht, was die am 23. 10. 1926 auf mein Ersuchen vom Kollegen WAGNER gemachte Aufnahme in Abb. 2 zur Anschauung bringt. Die Erscheinung wirkt um so befremdender, da der Baum im übrigen als geschlossene Einheit auf den Beschauer wirkt und die Verbindung zwischen Basis

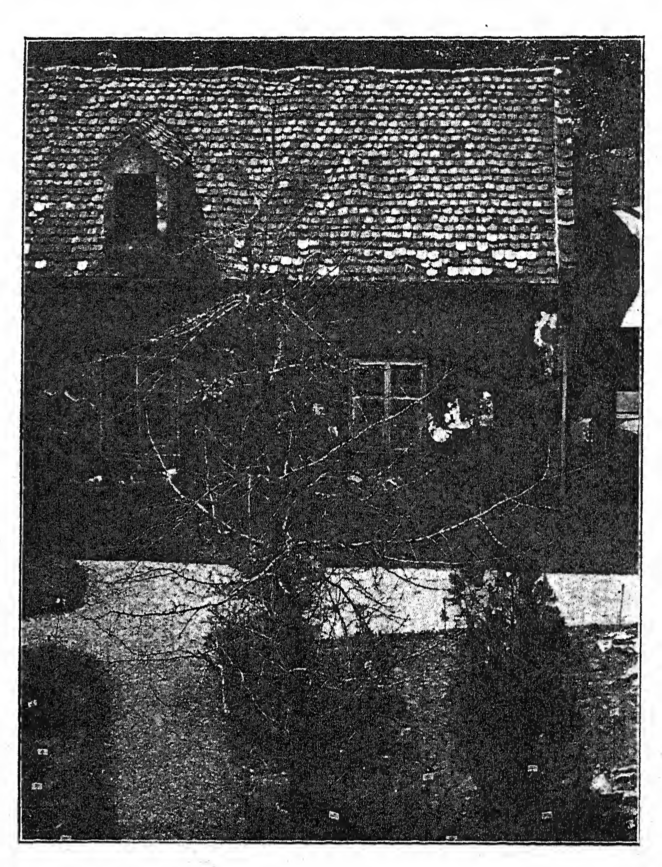


Abb. 1.

und Gipfel sich so glatt vollzog, daß eine Abgrenzung am Stamme gar nicht beobachtbar ist. Durch das wesentlich verschiedene Verhalten des Laubes beider Teile tritt aber, wie Abb. 2 zeigt, die Sonderung derselben im Herbst ebenso scharf hervor wie im Frühjahr. An sich hätte man ja ein solches Verhalten von vornherein erwarten dürfen, als Folge des ungleichen Laubaustriebes im Frühjahr. Eher jedoch in umgekehrter Weise gegenüber dem tatsächlichen. Es wäre vorauszusetzen gewesen, daß das Laub, welches früher zur Entwicklung kam, auch früher ausgelebt hätte und zum Ab-

wurf käme, in Wirklichkeit aber wird es später abgeworfen, wie der noch Laub besitzende Gipfel in Abb. 2 zeigt. Die Lebensenergie des Individuums, das den Gipfel lieferte, ist eine höhere als die des Individuums, das durch den Basalteil gegeben ist. Auch rücksichtlich der Wasserversorgung würde man den Basalteil als den unter günstigeren Bedingungen stehenden ansprechen

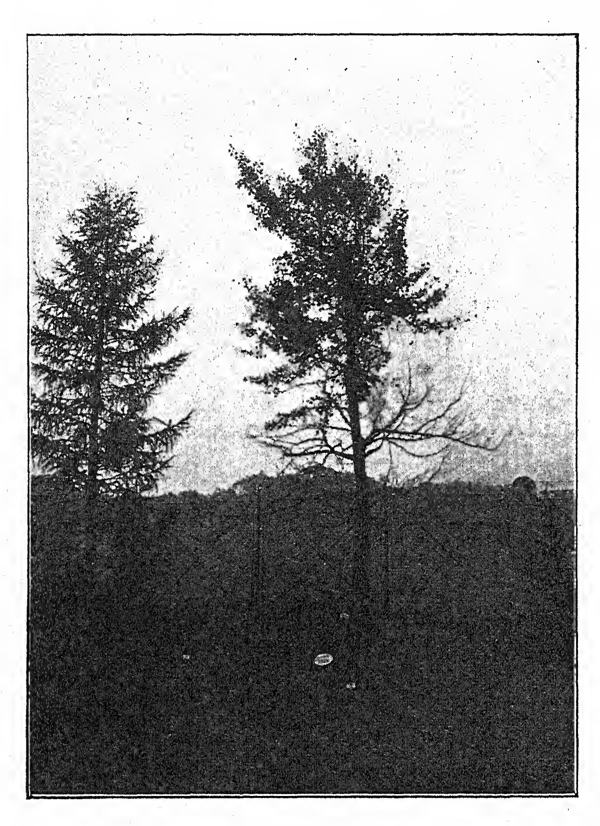


Abb. 2.

können und eher erwarten, daß seine Äste früher mit dem Laubaustrieb beginnen als die des Gipfelteiles[1]).

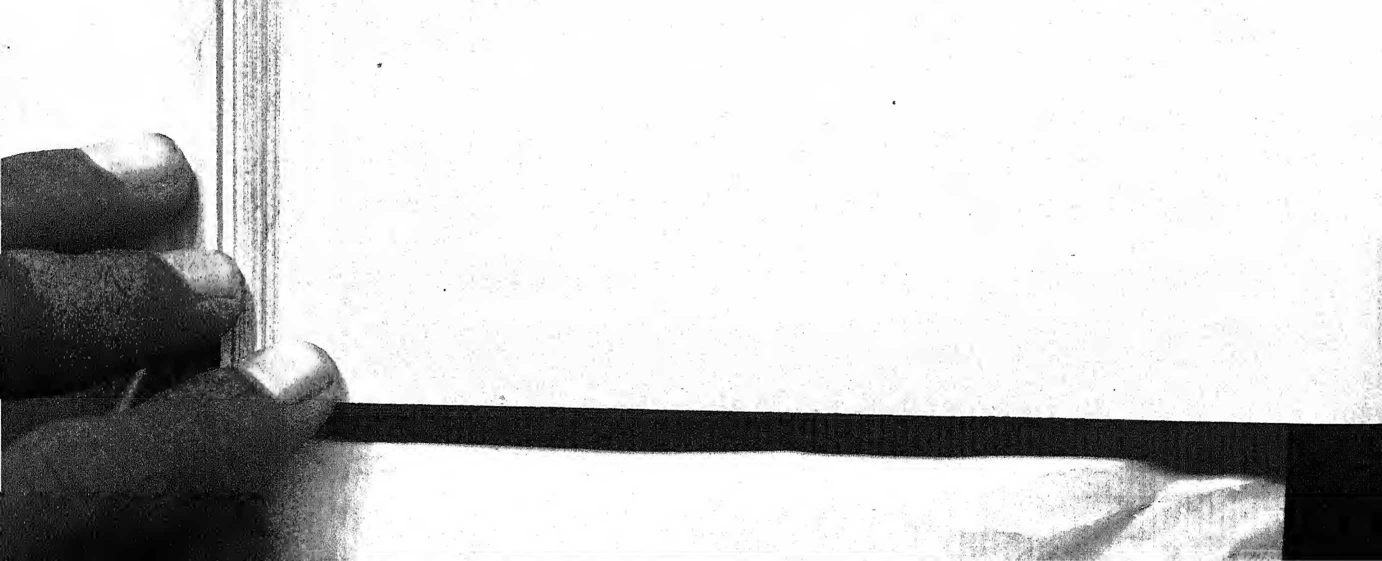
1) In dieser Beziehung ist mir eine Beobachtung von Interesse, die ich in einer Kastanien-Allee bei Graz, ich glaube 1913, zu machen Gelegenheit hatte. Das Frühjahr war sehr trocken, Niederschläge waren längere Zeit nicht erfolgt. Die Bäume zeigten alle an den Ästen in den unteren Teilen der Krone ziemlich weit entfaltetes Laub, während die oberen Kronenpartien nicht viel mehr als gesprengte Knospen aufwiesen. Offenbar wurde der aufsteigende Wasserstrom von dem unteren Astwerk an sich gerissen, für das obere blieb nicht viel übrig.

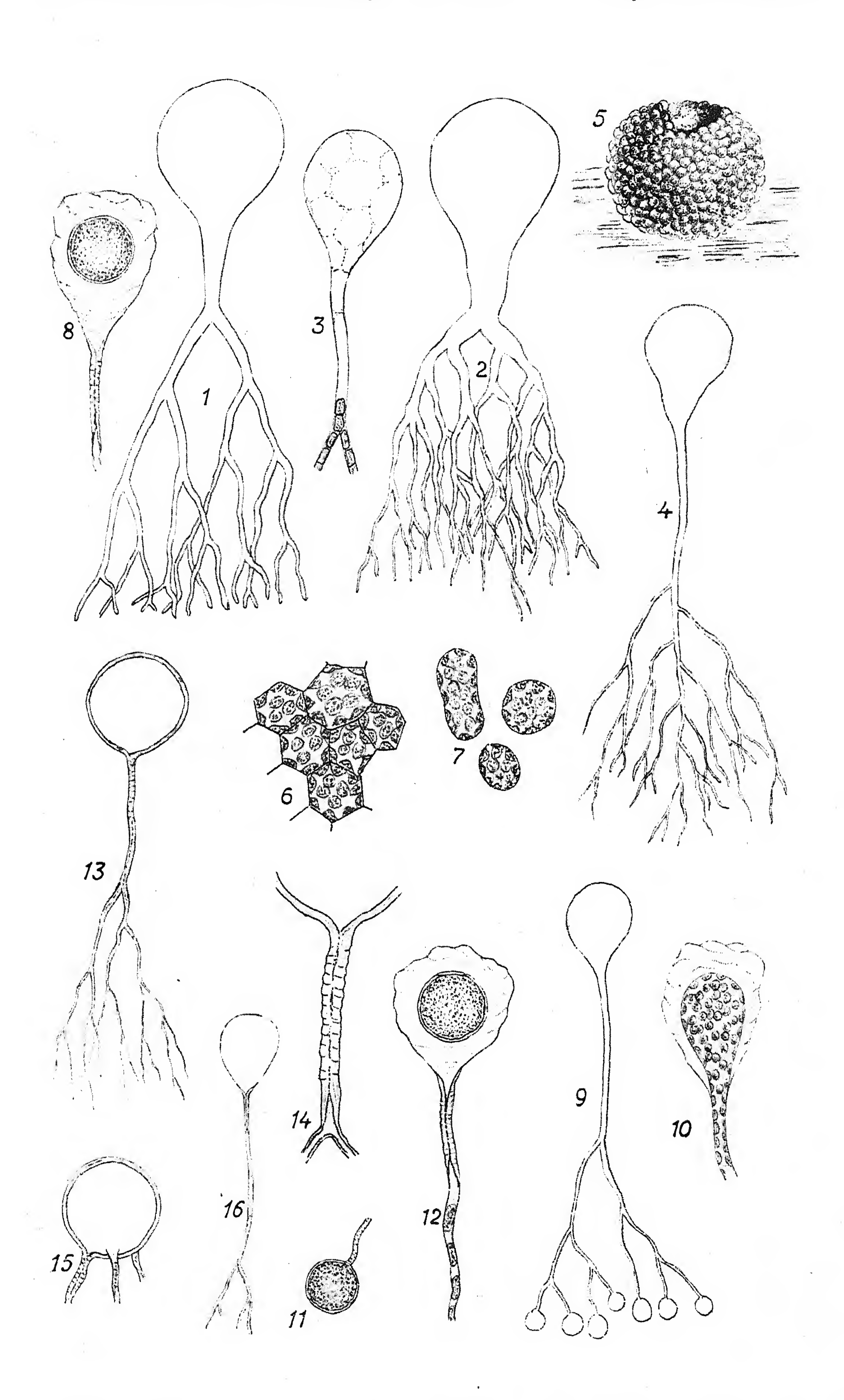
Eine Ergänzung zu dieser Mitteilung gewann ich durch das überaus anregende Buch von MOLISCH „Im Lande der aufgehenden Sonne“. MOLISCH widmet dem Ginkgo-Baum ein ganzes Kapitel. Unter anderem wird auch vermerkt, daß die männlichen Bäume früher ausschlagen als die weiblichen. Das trifft mit unserem Falle insoweit zu, als der obere Teil des Baumes tatsächlich schon einigemal Blüten, und zwar männliche trug. Hingegen sagt MOLISCH, daß die männlichen Bäume auch früher das Laub abwerfen, was aber, wie erwähnt, bei unserem Doppelwesen nicht der Fall ist.

Tatsächlich ergibt sich aber jetzt, daß das Ziel meiner Pfropfung, beide Geschlechter in einem Baume zu vereinigen, wohl erzielt sein dürfte. Doch muß ich sagen, daß ich bei dieser Vereinigung mich auf keine sicheren Tatsachen, sondern mehr auf Vermutungen gestützt hatte.

Auf alle Fälle ist der geschilderte Baum, der äußerlich als Einheit erscheint, aber aus zwei Individuen besteht, ein lehrreiches Beispiel dafür, wie in den Lebensvorgängen jedes der beiden Individuen seinen eigenen Rhythmus auch in der Vereinigung beibehielt.

Innsbruck, Botanisches Institut, im März 1927.




1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16

PROGRAMM

für die gemeinschaftliche Tagung

der Deutschen Botanischen Gesellschaft, der Vereinigung für angewandte Botanik

und

der Freien Vereinigung für Pflanzengeographie und systematische Botanik

in

Braunschweig, vom 6.—12. Juni 1927.

A. Allgemeines Programm.

Montag, den 6. Juni 1927.

20^{00}: Begrüßungsabend im Hotel „Deutsches Haus".

Dienstag, den 7. Juni 1927.

8^{30}—12^{00}: Gemeinsame Sitzung der drei Gesellschaften. (Technische Hochschule, Pockelsstr. 4, Hörsaal 111.)

12^{15}—12^{45}: Generalversammlung der Deutschen Botanischen Gesellschaft. (Technische Hochschule, Saal 111.)

13^{00}: Frühstück auf Einladung der Braunschweigischen Regierung im Schloß (Eingang Bohlweg).

15^{15}—17^{15}: Fortsetzung der gemeinschaftlichen Sitzung der drei Gesellschaften. (Technische Hochschule, Saal 12.)

17^{15}—17^{30}: Demonstration eines neuen Epidiaskopes. (Technische Hochschule, Saal 41.)

18^{00}—19^{30}: Besichtigung des neuen Botanischen Institutes und des Botanischen Gartens, Humboldtstr. 1.

20^{00}: Gemeinschaftliches Essen im Altstadtrathaus auf Einladung der Stadt Braunschweig.

Mittwoch, den 8. Juni 1927.

8^{15}—9^{15}: Generalversammlung der Vereinigung für angewandte Botanik. (Technische Hochschule, Saal 12.)

9^{30}—13^{00}: Sitzung der Vereinigung für angewandte Botanik. (Technische Hochschule, Saal 12.)

9^{30}—13^{00}: Sitzung der Deutschen Botanischen Gesellschaft. (Technische Hochschule, Saal 41.)

13^{00}—16^{00}: Frei.

16^{00}—20^{00}: Führung durch die Stadt Braunschweig, veranstaltet von der Stadt Braunschweig, mit Orgelkonzert im Dom. Anschließend gemütliches Beisammensein im Mummehaus auf Einladung der Stadt Braunschweig.

Abends frei.

Donnerstag, den 9. Juni 1927.

8^{30}: Sitzung der Freien Vereinigung für Pflanzengeographie und systematische Botanik. (Technische Hochschule, Saal 12.)

9^{15}—12^{00}: Gemeinsame Sitzung der Deutschen Botanischen Gesellschaft und der Vereinigung für angewandte Botanik. (Technische Hochschule, Saal 41.)

12^{00}—13^{45}: Frei.

13^{45}—22^{00}: Ausflug nach Gliesmarode (Versuchsfeld), Riddagshausen (Forstgarten), Destedt (Park) und Elm.

Freitag, den 10. Juni, bis Sonntag, den 12. Juni 1927:

Ausflug nach Schlanstedt, Quedlinburg, Harz, bzw. nach Huy, Thale, Harz.

Einzelheiten der Ausflüge siehe unter C.

B. Programm der Versammlungen und der wissenschaftlichen Sitzungen.

Dienstag, den 7. Juni 1927.

8^{30}—12^{00}: **Gemeinsame Sitzung der drei Gesellschaften.** (Technische Hochschule, Saal 111.)

1. Begrüßungsansprachen des Präsidenten der Deutschen Botanischen Gesellschaft, des Ministers, des Rektors und des Oberbürgermeisters.
2. Allgemeiner Vortrag. Redner und Thema werden noch bekanntgegeben.

3. STAPP, Berlin-Dahlem: Der bakterielle Pflanzenkrebs und seine Beziehungen zum tierischen und menschlichen Krebs. (Mit Lichtbildern.)
4. GASSNER, Braunschweig: Einleitender Vortrag über die Exkursionen vom 9. und 10.—12. Juni. (Mit Lichtbildern.)

12^{00}—12^{15}: Pause.

12^{15}—12^{45}: Generalversammlung der Deutschen Botanischen Gesellschaft. Tagesordnung gemäß § 16 der Geschäftsanweisung. (Technische Hochschule, Saal 111.)

15^{15}—17^{15}: **Fortsetzung der gemeinschaftlichen Sitzung der drei Gesellschaften.** (Technische Hochschule, Saal 12.)

1. MEISSNER, K. W., und LAIBACH, F., Frankfurt a. M.: Eine neue Präzisionsmethode zur Messung von Dimensionsänderungen bei Pflanzen. (Mit Demonstrationen.)
2. FISCHER, HUGO, Berlin: Kohlenstoffernährung der Pflanzen.
3. MÜNCH, Tharandt: Versuche über den Saftkreislauf.
4. GEHRING, Braunschweig: Bodenkundliche Untersuchungen über die Entstehung der Trockentorflager im Hils.
5. NIETHAMMER, Prag: Neue Richtlinien auf dem Gebiet der chemischen Stimulationswirkungen.

17^{15}—17^{30}: BERGMANN, Berlin: Demonstration eines neuen Epidiaskopes. (Technische Hochschule, Saal 41.)

Mittwoch, den 8. Juni 1927.

8^{15}—9^{15}: **Generalversammlung der Vereinigung für angewandte Botanik.** (Technische Hochschule, Saal 12.)

Tagesordnung:

Geschäftsbericht.
Änderung der Statuten.
Verschiedenes.

9^{30}: **Sitzung der Vereinigung für angewandte Botanik.** (Technische Hochschule, Saal 12.)

1. SNELL, Berlin-Dahlem: Der Lichtkeim der Kartoffelsorten als diagnostisches Merkmal.
2. QUANJER, Wageningen: Die Herkunft von *Tylenchus dipsaci* Kühn.
3. GEHRING, Braunschweig: Über das Auftreten der Gelbspitzigkeit bei Getreide in seiner Jugendentwicklung.

4. ESDORN, Hamburg: Die Feststellung der Wirkung von Trockenbeizmitteln im Laboratoriumsversuch. (Mit Lichtbildern.)
5. RASCH, Frankfurt a. M.: Gewächshausdurchgasungen mit Calciumcyanid.
6. KERN, Budapest: Über das Auftreten einer neuen verheerenden Tabakskrankheit in Ungarn im Jahre 1926.
7. WERTH, Berlin: Klimatologisch-pflanzengeographische Arbeitsmethoden im Pflanzenschutz.

9^{30}: **Sitzung der Deutschen Botanischen Gesellschaft.** (Technische Hochschule, Saal 41.)

1. ZIMMERMANN, Tübingen: Der Schlafbewegungsmechanismus von Laubblättern. (Mit Lichtbildern.)
2. Derselbe: Vorführung eines Spaltöffnungsmodelles vom Gymnospermen-Psilotum-Typ. (Mit Demonstrationen.)
3. STOLLEY, Braunschweig: Zur Kenntnis der fossilen Koniferen-Gattung Gomphostrobus. (Mit Lichtbildern und Demonstrationen.)
4. Derselbe: Über fertile Pteridospermen der Permformation. (Mit Lichtbildern und Demonstrationen.)
5. STEINECKE, Königsberg: Die Bedeutung der Mikrofossilien für die Bestimmung der Nekrozönosen im Torf.
6. KRÄUSEL, Frankfurt a. M.: Neue Untersuchungen an Devonpflanzen.
7. SCHWEMMLE, Tübingen: Genetische und zytologische Untersuchungen an Eu-Oenotheren. (Mit Lichtbildern.)
8. KNOLL, Prag: Abendschwärmer und Schwärmerblumen. (Mit Lichtbildern.)
9. POTTHOFF, Marburg: Untersuchungen über die Desmidiacee *Hyalotheca dessiliens* Bréb.

Donnerstag, den 9. Juni 1927.

8^{30}: **Sitzung der Freien Vereinigung für Pflanzengeographie und systematische Botanik.** (Technische Hochschule, Saal 12.)

1. Geschäftsbericht.
2. MEYER, Braunschweig: Pflanzengeographische Bilder aus Braunschweig, zugleich Einführung in die Exkursion Huy—Thale—Harz.
3. DRUDE, Dresden: Ausblicke auf Leitpflanzen der floristischen Fazies in den herzynischen Assoziationen.

4. WERTH, Berlin: Zur Höhengliederung der Vegetation in den deutschen Mittelgebirgen.

9^{15}: **Gemeinsame Sitzung der Deutschen Botanischen Gesellschaft und der Vereinigung für angewandte Botanik.** (Technische Hochschule, Saal 41.)

1. TOBLER, Dresden: Experimentell-morphologische Untersuchungen an Flechten zur Klärung der Symbiose. (Mit Lichtbildern.)
2. LEICK, Greifswald: Über das verschiedenartige Verhalten der unterseitigen und oberseitigen Stomata desselben Blattes.
3. Derselbe: Ein neues Doppelporometer. (Mit Vorführung.)
4. BAVENDAMM, Tharandt: Das Verhalten des Hausschwammes und anderer holzzerstörenden Pilze bei Sauerstoffentzug, Kohlensäureüberschuß und Gerbstoffen gegenüber. (Mit Lichtbildern.)
5. BRIEGER, Dahlem: Über Sterilität bei Artbastarden.
6. SCHILLING, Sorau N.-L.: Der Flachs als Forschungsgegenstand angewandter und wissenschaftlicher Botanik.

C. Programm der Ausflüge.

I. Nachmittagsausflug am Donnerstag, den 9. Juni 1927.

13^{45}: Abfahrt mit Autos vom Botanischen Garten.

14^{00}—14^{30}: Besichtigung des Versuchsfeldes für Pflanzenbau und Pflanzenschutz in Gliesmarode.

14^{30}—14^{40}: Fahrt nach der Buchhorst.

14^{40}—15^{10}: Besichtigung des Forstgartens.

15^{10}—16^{00}: Gemeinschaftlicher Kaffee im „Grünen Jäger“.

16^{00}—16^{30}: Fahrt nach Destedt.

16^{30}—17^{30}: Besichtigung des Parkes des Herrn Baron VON VELTHEIM in Destedt.

17^{30}—18^{00}: Fahrt nach dem Elm.

18^{00}—19^{30}: Wanderung durch den Elm.

19^{30}—21^{00}: Gemeinschaftliches Abendessen.

21^{00}—22^{00}: Rückfahrt nach Braunschweig.

Die **Kosten** für Autofahrt, Kaffee und Abendessen betragen **M. 7,—** und sind **vorher** einzuzahlen.

II. Ausflug nach Schlanstedt — Quedlinburg — Harz vom 10.—12. Juni 1927.

(Auf Wunsch der Deutschen Botanischen Gesellschaft und der Vereinigung für angewandte Botanik.)

Freitag, den 10. Juni 1927.

7^{00}: Abfahrt mit Sonderzug von Braunschweig-Hauptbahnhof über Jerxheim nach Eilenstedt. (Ankunft 8^{31}.)

8^{31}—8^{45}: Weiterfahrt nach Schlanstedt.

8^{45}—11^{30}: Besichtigung der Saatzuchtwirtschaft FR. STRUBE, Schlanstedt.

11^{30}—12^{30}: Frühstück auf Einladung der Firma STRUBE.

12^{30}—14^{00}: Weiterfahrt nach Quedlinburg.

14^{00}—18^{00}: Besichtigung der Fa. GEBR. DIPPE.

18^{00}—20^{00}: Frei zur Besichtigung der Stadt.

20^{00}: Gemeinschaftliches Abendessen auf Einladung der Firma DIPPE, Quedlinburg.

Übernachten in Quedlinburg.

Sonnabend, den 11. Juni 1927[1]).

7^{00}: Abfahrt mit Sonderzug von Quedlinburg nach Blankenburg. (Ankunft 7^{30}.)

7^{45}—11^{30}: Wanderung von Blankenburg nach Rübeland (11 km).

11^{30}—12^{35}: Rast und Besichtigung der Hermannshöhle.

12^{35}—13^{45}: Bahnfahrt nach Schierke.

14^{00}—16^{00}: Mittagessen in Schierke.

16^{00}—18^{00}: Aufstieg auf den Brocken (4 km).

18^{30}—20^{00}: Besichtigung des Alpengartens auf dem Brocken und Spaziergang um die Brockenkuppe.

Übernachten auf dem Brocken.

Sonntag, den 12. Juni 1927[1]).

7^{15}— 9^{30}: Abstieg vom Brocken nach Steinerne Renne (8 km).

9^{30}—10^{30}: Rast Gasthof Steinerne Renne.

10^{30}—13^{30}: Wanderung von Steinerne Renne über Wassertal-Sandtal nach Wernigerode (10 km).

---

1) Schwache Fußgänger können mit der Bahn auf den Brocken oder von dort zurück mit der Bahn nach Wernigerode gelangen.

13^{30}—16^{00}: Mittagspause in Wernigerode.

16^{00}—18^{00}: Spaziergang durch den fürstlichen Lustgarten.

20^{15}—23^{13}: Rückfahrt nach Braunschweig.

Teilnehmer, die bereits am Nachmittag von Wernigerode weiterfahren wollen, erreichen rechtzeitig den Anschluß an die Fernzüge, die nachmittags von Heudeber—Danstedt abgehen, würden aber auf den Spaziergang durch den fürstlichen Lustgarten verzichten müssen. Auch besteht die Möglichkeit eines Abstiegs vom Brocken in anderer Richtung.

Alle Teilnehmer an dieser Exkursion haben an Fahrtkosten sowie für das gemeinschaftliche Essen in Schierke den Betrag von **M. 12,— vorher** zu entrichten.

III. Ausflug nach dem Huy — Thale — Harz vom 10. bis 12. Juni 1927.

(Auf Wunsch der Freien Vereinigung für Pflanzengeographie und systematische Botanik.)

Freitag, den 10. Juni 1927.

7^{00}: Abfahrt mit Sonderzug von Braunschweig-Hauptbahnhof über Jerxheim nach Dingelstedt (Ankunft 8^{20}).

8^{20}—11^{15}: Wanderung durch den Huy (5 km).

11^{30}—11^{50}: Autofahrt nach Halberstadt.

11^{50}—12^{38}: Mittagsrast Bahnhof Halberstadt.

12^{38}—13^{43}: Bahnfahrt nach Thale.

13^{43}—20^{00}: Wanderung über Bodetal, Roßtrappe, Teufelsmauer nach Blankenburg (11 km).

20^{00}: Beisammensein im Gebirgshotel.

Übernachten in Blankenburg.

Sonnabend, den 11. Juni 1927.

7^{45}: Treffpunkt Bahnhof Blankenburg mit den Teilnehmern der Exkursion II.

Von hier ab siehe Exkursion II.

Die Teilnehmer an der Exkursion III haben an Fahrtkosten sowie für das gemeinschaftliche Essen in Schierke den Betrag von **M. 11,— vorher** einzusenden.

D. Bemerkungen.

1. Alle Teilnehmer, auch diejenigen, die sich bereits bei der Voranmeldung angemeldet haben, müssen den anliegenden Fragebogen **spätestens bis zum 24. Mai** an Prof. GASSNER, Braunschweig, Botanisches Institut, Humboldtstr. 1, einsenden. Später einlaufende Anmeldungen können unter keinen Umständen berücksichtigt werden.

2. Anzug für die Tagung (auch Essen) und für den Ausflug am Donnerstag nachmittag: Straßenanzug. Für die Ausflüge vom 10.—12. Juni empfiehlt sich Wanderausrüstung und Rucksack.

3. Das auf der Wanderung vom 10.—12. Juni nicht benötigte Gepäck wird, falls die Rückreise nicht über Braunschweig erfolgt, am besten vom Hotel aus als Expreßgut an die Endstation der Exkursion (Wernigerode a. Harz) oder an einen anderen als Endpunkt gewählten Ort am Harz gesandt, wo es bei der Rückreise auf dem Bahnhof in Empfang genommen werden kann. Die Kosten für Expreßgut betragen von Braunschweig nach Wernigerode für je 10 kg M. 0,50.

4. Unterkunft. Für sämtliche Teilnehmer wird sowohl für Braunschweig wie für die Harzwanderung (Quedlinburg, bzw. Blankenburg und Brocken) Quartier besorgt. Die Preise für Quartier sind in den oben angegebenen Kosten nicht enthalten.

   Die durchschnittlichen Kosten werden sich je nach den Ansprüchen auf M. 3,— bis M. 6,— je Bett und Nacht stellen. Die Quartiere werden den Teilnehmern rechtzeitig mitgeteilt.

Sitzung vom 29. April 1927.

Vorsitzender: Herr H. MIEHE.

Der Vorsitzende teilt mit, daß unser Mitglied, Herr

Dr. **Paul Julius Menzel,**

Sanitätsrat, Generaloberarzt a. D., in **Dresden** am 2. April 1927 im Alter von 57 Jahren verstorben ist. Außerdem macht er Mitteilung von dem Ableben des Herrn Professor

Dr. **Hermann Ambronn,**

ehemal. Direktors des Institutes für Mikroskopie in **Jena,** der in seinem 71. Lebensjahre verstarb.

Die Anwesenden erheben sich zu Ehren der Dahingegangenen von ihren Plätzen.

Der Vorsitzende macht Mitteilungen über das vorläufige Programm für die Generalversammlung unserer Gesellschaft in Braunschweig zu Pfingsten d. J. Vor der Tagung wird den Mitgliedern noch das endgültige Programm der Veranstaltungen zugesandt werden.

Als neue Mitglieder werden vorgeschlagen:

Bortels, Dr. **H.,** Bakteriol. Assistent am Institut für Agrikulturchemie und Bakteriologie der landwirtsch. Hochschule in **Berlin-Dahlem** (durch A. RIPPEL und O. LUDWIG),

Frase, L., Lehrer, Kommissar für Naturdenkmalpflege in der Grenzmark Posen - Westpreußen, in **Schneidemühl** (Grenzmark), Königstr. 15 (durch M. REHBERG und A. PIETSCH),

Niethammer, Dr. **Anneliese,** Assistentin am Institut für Botanik und Warenkunde der deutschen technischen Hochschule in **Prag I,** Husová 5 (durch E. PRINGSHEIM und V. CZURDA),

Tabenzki, Dr. **Alexander,** Professor in **Kiew,** Polytechnisches Institut, No 1, W 10 (durch W. FINN und N. CHOLODNY),

Timmel, Dr. **Hermann,** Assistent in **Gießen,** Brandplatz 4 (durch E. KÜSTER und G. TISCHLER),

Übelhör, Dr. **Fritz**, Oberstudienrat in **Nürnberg**, Schonhoverstr. 20, pt. (durch K. GIESENHAGEN und R. GISTL),
Wetzel, **Gerhard**, cand. rer. nat. in **Kiel**, Botanisches Institut (durch G. TISCHLER und R. JARETZKY).

Zu ordentlichen Mitgliedern werden ernannt:

Hassebrauk, **Kurt**, Apotheker in **Braunschweig**,
Ohga, Dr. **I.**, Professor in **Mukden**,
Sukatscheff, **Wlad. Nikol.**, Professor in **Petersburg (Leningrad)**.

Mitteilungen.

25. O. V. Darbishire: Über das Wachstum der Cephalodien von Peltigera aphthosa L.

(Mit Tafel III.)

(Eingegangen am 25. März 1927. Vorgetragen in der Märzsitzung.)

Die Cephalodien von *Peltigera aphthosa* L. sind seit ACHARIUS (1, p. 287) verschiedentlich Gegenstand der Untersuchung gewesen. SCHWENDENER erwähnt sie als Prolifikationen der Rinde von *Peltigera aphthosa*, „die aus interstitienlosem, meist undeutlich parenchymatischem Gewebe bestehen" (15, p. 175). Eingehender hat erst BABIKOF ihre Entwicklung untersucht. Er beschreibt genau, wie am Rande des Thallus der *Peltigera* fremde *Nostoc*kolonien die abstehenden Haare der Rinde zum erneuten Wachstum anregen. Diese Haare umklammern die Algen und bilden bald eine lückenlose Umhüllung (2, p. 149). BABIKOF beschreibt ferner das weitere Wachstum der Cephalodien, und man ersieht aus seinen Figuren (2, Fig. 7, 8), daß in den jüngeren Stadien noch weitere Hyphen der Thallusrinde der *Peltigera* in die Unterseite des Cephalodiums hineinzuwachsen scheinen. Weder aus seiner Beschreibung, noch aus seiner Figur eines älteren Cephalodiums ergibt sich jedoch klar, welcher Art der Zusammenhang des ausgewachsenen Cephalodiums mit dem *Peltigera*thallus ist. In einem ganz alten Stadium wird nach BABIKOF das Cephalodium vollständig unabhängig von dem Mutterthallus. Das älteste von ihm abgebildete Cephalodium scheint einen Durchmesser von etwa 0.5 mm zu haben (2, Fig. 9).

FORSSELL trägt wenig zur Kenntnis der fraglichen Cephalodien bei, und seine Abbildung eines alten Cephalodiums beruht auf Beobachtung eines Ausnahmefalles. Er beschränkt hier die Ausdehnung der *Nostoc*gonidien auf die obere Hälfte des Cephalodiums (10, Fig. 5). Das habe ich nie bemerkt.

ELFVING gibt uns einige gute mikrophotographische Bilder von dem Aufbau des Cephalodiums. Er zeigt uns deutlich die dem *Peltigera*thallus entspringenden Hyphen, welche in das Cephalodium hineinwachsen (9, Tab. V, Fig. 2). Er führt uns auch in klarer Weise den Verlauf der Pilzhyphen im Cephalodium vor (9, Tab. V, Fig. 6). Diese Hyphen bilden schließlich unter der alten Oberrinde

die neue sekundäre Rinde. Weitere Bilder haben hauptsächlich mit der Entstehung der Gonidien in den Pilzhyphen zu tun, eine Frage, mit der wir uns an dieser Stelle nicht beschäftigen wollen (9, Tab. VI, Fig. 10–37).

In neuerer Zeit haben sich die beiden Forscher MOREAU wieder der Untersuchung von *Peltigera aphthosa* gewidmet (14, p. 106, Tab. 12). Wir verdanken ihnen eine bessere Kenntnis der Kernverhältnisse in den Zellen des betreffenden Cephalodiums. Im großen und ganzen enthalten die äußeren Zellen der Rinde nur einen Kern, die meisten inneren etwa zwei. Das Cephalodium betrachten sie als Beispiel einer Biomorphose, in der ein lebendes Wesen, eine Alge, die Eigenschaften eines anderen lebenden Wesens, des Flechtenpilzes, verändert. Dieses Vorgehen kann man mit der Gallenbildung vergleichen, die ein Insekt auf einer grünen Pflanze verursachen kann. Es scheint mir jedoch nicht angebracht, das Prinzip der Biomorphose auf die ganze Flechte zu übertragen, wie es diese Forscher tun (14, p. 109). Die Alge beeinflußt als Gonidie das ganze Wachstum des Flechtenpilzes. Die ganze Flechte steht also unter dem Einfluß der Algen. Die Gallenwirtspflanze dagegen beschränkt gerade die Tätigkeit des Galleninsektes auf einen kleinen Raum. Die grüne Blütenpflanze wird im ganzen nicht durch den Gallengast beeinflußt. Der Versuch, den Flechtenthallus als eine Gallenbildung anzusehen, scheint mir daher wenig angebracht. Ganz beiläufig bezeichnet auch BITTER die Cephalodien von *Peltigera nigripunctata* als *Nostoc*gallen (4, p. 188).

In ihrem Handbuche über die Lichenen gibt A. L. SMITH eine kurze Zusammenfassung der von BABIKOF gemachten Untersuchungen (16, p. 138). Nach ihr sagt BABIKOF, daß in älteren Exemplaren die Hyphen des Cephalodiums sich in den Mutterthallus der *Peltigera* hineindrängen. Ich komme auf diese Sache später wieder zurück.

GOEBEL schreibt BABIKOF eine gegenteilige Behauptung zu. In einem längeren und höchst interessanten Beitrag zur Biologie der Flechten bespricht GOEBEL anhangsweise das Verhältnis von Cephalodium zu Mutterthallus bei *Peltigera aphthosa*. Er schreibt (12, p. 77): „Man sieht deutlich, daß von den Cephalodien aus Hyphen in den *Peltigera*thallus eindringen. Sie sind es offenbar, die eine zerstörende Wirkung auf den letzteren ausüben und so die Lochbildung bedingen. Diese ist also weder eine mechanische noch durch Auswachsen der Thallushyphen bedingte. In Fig. 7 ist halbschematisch ein Querschnitt durch ein Cephalodium dargestellt, der nicht durch dessen Mitte geht (den Teil, mit welchem

das Cephalodium auf dem *Peltigera*thallus festsitzt und diesem dicht anliegt). Man sieht deutlich die aus dem Cephalodium entspringenden Hyphen teils der der Hauptsache nach noch unveränderten *Peltigera*-Rinde anliegen, teils durch diese in den Thallus eingedrungen und durch die Algenschicht hindurchgewachsen. Sie sind es, die später dicker, weiter und braun gefärbt werden, nachdem die Rinde und die Algenschicht des *Peltigera*thallus zerstört sind.“ GOEBEL wirft BABIKOF vor, daß ihm diese Verhältnisse entgangen sind. GOEBELs Abbildung zeigt (12, Tab. 77, Fig. 17) ganz deutlich die betreffenden absteigenden Hyphen. Sie nehmen im Innern des Cephalodiums ihren Ursprung, durchbohren die untere Rinde des letzteren und gelangen endlich durch die Rinde des *Peltigera*thallus in die Markschicht dieser Flechte. Ich kann dieser Auslegung GOEBELs nicht beistimmen. BABIKOF hat tatsächlich angegeben, daß wenigstens von der Unterseite des Cephalodiums aus Hyphen in den Mutterthallus eindringen. Er sagt: „De la surface inférieure des céphalodies descend une rangée des poils radicaux (rhizines) d'un brun foncé, dont les membranes, fortement épaissies, pénètrent jusq'au sol par l'ouverture du thalle de Peltigera et s'entrelacent avec de poils semblables de ce dernier“ (2, p. 146). A. L. SMITH zitiert BABIKOF in diesem Sinne, wie schon oben bemerkt wurde (16, p. 138). Trotzdem nimmt aber BABIKOF an, daß die Cephalodien nicht in organischem Zusammenhang mit ihrer Mutterpflanze stehen (2, p. 147). Ich glaube, daß dieses eine unrichtige Beobachtung ist.

BITTER erwähnt bei Gelegenheit der Besprechung der Cephalodien von *Peltigera nigripunctata* G. Bitt. auch die Cephalodien von *P. aphthosa*. Auch er hat die Einzelhyphen beobachtet, mit welchen die Unterseite des Cephalodiums zuerst mit der noch nicht unterbrochenen Rinde des Mutterthallus in Verbindung steht. Diese verschwindet aber später, und nur die Verbindung mit dem lockeren Marke des *Peltigera*thallus bleibt erhalten (4, p. 189). Im innern Bau scheinen übrigens die Cephalodien von *L. nigripunctata* denen von *P. aphthosa* sehr zu ähneln.

In folgendem will ich nun kurz meine eigenen Beobachtungen mitteilen (Tab. nostr., Fig. 2). Im April 1925 erhielt ich durch die Freundlichkeit von Dr. K. LINKOLA in Helsingfors frisches Material von *Peltigera aphthosa* zugesandt. Es kam lebend an, was ich aus seinem weiteren Wachstum ersehen konnte. Etwa 14 Tage später wurden einige Stücke fixiert, denen Cephalodien in allen Stadien der Entwicklung ansaßen. Zahlreiche Mikrotomschnitte wurden dann angefertigt, um eine genaue Untersuchung sowohl der jüngsten als auch der ältesten Stadien zu ermöglichen.

Die jüngsten Stadien sind von BABIKOF und seinen Nachfolgern genügend vollständig beschrieben worden. BABIKOF zeigt ganz deutlich, wie zuerst ein paar Haare die eingefangene *Nostoc*kolonie lückenlos umklammern (2, Fig. 6). Er zeigt dann, wie aus den etwas tiefer gelegenen Rindenschichten des *Peltigera*thallus Hyphen in das junge Cephalodium hineinwachsen, um mit der Rinde des letzteren eine ununterbrochene Schicht zu bilden (2, Fig. 7 und 8). Von diesem Punkte aus scheinen mir seine sonst so vortrefflichen Beobachtungen nicht das Richtige zu treffen, namentlich was die älteren Stadien betrifft.

Die ersten Haare, welche die *Nostoc*kolonien umfassen, haben scheinbar ihren Hauptzweck erfüllt, wenn die fremden Algen eingefangen worden sind. Es wachsen dann, wie BABIKOF uns richtig erzählt, Hyphen aus der *Peltigera*rinde in die kleine Anlage hinein, um die untere Rinde zu bilden. Von nun an ist die obere Rinde dunkler gefärbt als die untere Rinde. Die Hyphen, die sich von der Rinde des *Peltigera*thallus in das junge Cephalodium hineingeschoben haben, setzen ihr Wachstum fort und erreichen die obere Rinde, indem sie sich zwischen die nun rasch anwachsenden *Nostoc*fäden hindurchdrängen (Tab. nostr., Fig. 2). BABIKOF zeigt uns wohl diese Hyphen (2, Fig. 7, 8 und 9), aber er macht ihre Verbindung mit der unteren Rinde nicht klar. Tatsächlich besteht die untere Rinde des Cephalodiums aus Rindenhyphen des *Peltigera*thallus, die ihr Wachstum fortsetzen, sich reichlich, aber interstitienlos, verzweigen, und die unter der primären dunkel gefärbten oberen Rinde allmählich eine hellere sekundäre Rinde bilden. Ein mittlerer Schnitt durch ein Cephalodium zeigt ganz deutlich den regelmäßigen Verlauf dieser Fäden. Gelegentlich kann man ihren Zusammenhang mit den Rindenfäden des *Peltigera*thallus genau verfolgen. Das Wachstum des Cephalodiums wird bald auf dessen Rand beschränkt. Die Zellen der Rinde unter der Mitte desselben bekommen später keinen weiteren Zuwachs von der Rinde der *Peltigera*. Seine Zellen dehnen sich aber seitlich aus, und es mögen hier wohl auch gelegentlich Zellteilungen vorkommen. Das ganze Cephalodium streckt sich auf diese Weise schneller seitlich aus als die Rindenzellen des *Peltigera*thallus. Es werden daher die letzteren seitlich auseinandergesprengt, und so entsteht das Loch unter dem Cephalodium. ELFVING hat die Bildung des Loches einer solchen mechanischen Ursache zugeschoben. Je größer nach meinen Beobachtungen das Loch wird, desto größer werden die alten Hyphen, welche früher die Rinde des *Peltigera*thallus bildeten. Sie färben sich allmählich dunkel und gehen schließlich unmerklich in den dunkelgefärbten

Hypothallus der *Peltigera* über. Das lichtraubende Cephalodium hat der Ausdehnung der grünen Gonidienschicht schon längst ein Ziel gesetzt. Ein paar Algen mögen wohl dabei umkommen, doch wird ihre Zahl gering sein.

Wie wächst nun das Cephalodium am Rande weiter? Es steigen von der *Peltigera*rinde neue Hyphen bis an das Cephalodium hinauf, indem die äußersten Zellen der Rindenhyphen ein erneutes Wachstum zeigen. Diese Hyphen legen sich eng zusammen und bilden schließlich den wachsenden Rand des Cephalodiums. Ich möchte diesen wachsenden Rand des Cephalodiums fast als einen Protothallus und den älteren Teil des Cephalodiums als den Metathallus bezeichnen (5, p. 33). Man sieht deutlich die der *Peltigera*-rinde entstammenden Hyphen sich mit dem Gewebe des Cephalodiumrandes vereinigen. Man bemerkt ferner, wie die innerhalb des Rindengewebes liegenden *Nostoc*kolonien selbst wachsen und durch die aufsteigenden Hyphen aufgeteilt werden. Auch bei den ältesten Cephalodien, die einen Durchmesser von 1 mm besitzen, konnte ich das Vorhandensein dieser Verbindung der *Peltigera*rinde mit dem wachsenden Cephalodiumrande feststellen. Diese Verbindungshyphen erstrecken sich rings um den Rand des Cephalodiums ziemlich lückenlos. Das reife Cephalodium sitzt also an seinem Rande und mittels seines Randes ganz fest auf dem *Peltigera*thallus, und die Rinde des letzteren ist durch die Verbindungsfäden ziemlich lückenlos mit der Rinde des Cephalodiums verbunden. Das ist es auch, was wir bei der Isidienbildung der *Peltigera praetextata* (Flk.) Zopf finden, nur ist der Zusammenhang in diesem Falle vollständig lückenlos (7, p. 745).

ELFVING hat vielleicht einen gewissen Begriff von der Bedeutung dieser Randhyphen gehabt, die der *Peltigera*rinde entspringen und die für das Wachstum des Cephalodiumrandes verantwortlich sind. Er sagt (9, p. 45): „Je weniger zahlreich die Verbindungshyphen des Cephalodiums mit dem Thallus sind — es möge sich sowohl um die primären Haare als um Hyphen handeln, die von der Rinde auswachsen und am Aufbau des Cephalodiums teilnehmen —, desto geringer sind offenbar die Bedingungen für ein weiteres Wachstum. So dürfte es geschehen, daß eine Anzahl Anlagen gerade so wie die meisten Haare an der Oberfläche des Thallus zu Grunde gehen und daß nur diejenigen, welche mit der Rinde in inniger Verbindung stehen, erhalten bleiben.“ Das ist auch tatsächlich der Fall.

Ich glaube mit diesen wenigen Aufzeichnungen die im ganzen vortrefflichen Beobachtungen BABIKOFs ergänzt zu haben. Von

den absteigenden Hyphen, die GOEBEL beschreibt, und die, nach seiner Figur (12, Fig. 17) zu urteilen, tief im Innern des Cephalodiums ihren Ursprung nehmen, habe ich nichts sehen können. Ebensowenig habe ich die von BABIKOF erwähnten absteigenden Hyphen gesehen, die der unteren Rinde des Cephalodiums entspringen sollen (2, p. 146). Die Sache wäre an sich nicht so wichtig, wenn nicht durch Annahme der Gegenwart von Hyphen im Sinne von GOEBEL oder BABIKOF auch die Annahme eines Parasitismus seitens des Tochterthallus des Cephalodiums auf dem Mutterthallus der *Peltigera* bedingt wäre. Ein solcher Parasitismus findet, nach meinen Beobachtungen zu urteilen, nicht statt, wenigstens nicht in diesem Falle.

Das Gewebe des Cephalodiums ist, wie SCHWENDENER sehr richtig bemerkt, ganz interstitienlos. Das kann ich nur bestätigen. Es ist daher auch gut zu verstehen, daß ich trotz langen und eifrigen Suchens keine Oeffnungen in der äußeren Rinde des Cephalodiums finden konnte. Bei den mit *Nostoc*gonidien beschickten Soredien von *Peltigera erumpens* Koerb. finden sich in den inneren Geweben Lufträume, und daher treffen wir auch in der äußeren Rindenschicht Luftporen an (8, p. 61).

Ich möchte hier noch erwähnen, daß die ersten Rindenzellen des Cephalodiums stark wellige Umrisse aufweisen (Fig. 3). Die später gebildete Rinde hat in ihren Zellen einen weniger welligen Umriß (Fig. 4). Die ursprüngliche Rinde ist einschichtig, und genau wie bei den Isidien von *Peltigera praetextata* (7, p. 745, Fig. 32, 36) besitzen die Rindenzellen in diesem Falle stark wellige Wandungen, um die Umhüllung der Gonidien vor Zerreißen zu schützen. Die später gebildete Rinde ist meistens mehrschichtig, und die Welligkeit der Zellwände nimmt ab. Auf der Unterseite des Cephalodiums fehlt sie scheinbar ganz.

An dieser Stelle will ich nicht im einzelnen auf das Verhältnis von Alge zu Pilz eingehen. Von allgemeiner Wichtigkeit ist nur, daß wir hier in den Cephalodien von *Peltigera aphthosa* ein ganz sicheres Beispiel einer freilebenden Alge haben, die von dem Flechtenpilz als Gonidie aufgenommen wird. Die erste *Nostoc*kolonie, die am Rande der *Peltigera* von einem Haar umsponnen wird, hat wahrscheinlich noch nie vorher als Gonidie in einer Flechte gedient, aber ihre Einwirkung auf die Pilzhyphen ist so stark, daß diese das Cephalodium aufbauen. Vom rein anatomischen Standpunkt ausgehend kann man wohl den Pilz hier als einen Parasiten der *Nostoc*kolonie ansehen. Biologisch betrachtet bilden aber Pilz und Alge, im Konsortium der Flechte, ein vorzüglich funktionierendes

grünes Lebewesen, in dem die Alge den grünen Teil und der Pilz den nichtgrünen Teil einer grünen Pflanze bilden. Physiologisch ist das Verhältnis schließlich derart, daß die Alge als Gonidie passiv auf den Flechtenpilz einwirkt, so daß dieser aktiv das Cephalodium aufbaut. Das ganze Verhältnis der Flechtensymbiose muß also von drei ganz verschiedenen Standpunkten aus beurteilt werden.

Was für einen Nutzen die *Peltigera* mit ihren grünen Gonidien aus dem Besitze von Cephalodien mit blaugrünen Gonidien zieht, ist schwer zu sagen. Vielleicht kann das *Nostoc* der Luft freien Stickstoff entziehen und dann verarbeiten. Mir lag mit dieser kurzen Arbeit nur daran, das bauliche Verhältnis des ursprünglichen *Peltigera*lagers zur Cephalodienbildung bei *Peltigera aphthosa* klarzulegen. Das ist mir hoffentlich gelungen.

Ich kann nicht umhin, noch an dieser Stelle die ebenfalls von GOEBEL in seinen interessanten Betrachtungen erwähnten sogenannten Cephalodien von *Peltigera lepidophora* Nyl. kurz zu besprechen. BITTER hat sie zuerst als autosymbiontische Cephalodien beschrieben (3, p. 251). LINKOLA bewies dann, daß sie in Wirklichkeit Isidien seien und daß ihre Gonidien dem gewöhnlichen Thallus der *Peltigera lepidophora* entstammten (13, p. 52). Dieses habe ich dann an frischem Material, das mir Dr. LINKOLA freundlich zusandte, bestätigen können (6, p. 19). Die Isidien von *Peltigera lepidophora* stimmen in ihrem äußeren Aufbau nicht mit den Cephalodien von *Peltigera aphthosa* überein. Die letzteren sitzen dem Mutterthallus mit ihrem Rande fest auf, während die ersteren hauptsächlich in ihrer Mitte mit dem Mutterthallus in fester Verbindung zu stehen scheinen. Ob die Isidien von *Peltigera lepidophora* tatsächlich der Fortpflanzung allein oder auch nur nebenbei dienen, ist meiner Meinung nach noch nicht festgestellt.

Bristol, Department of Botany, University.

Literatur.

1. ACHARIUS, E., Methodus Lichenum. Stockholm. 1803.
2. BABIKOF, M., Du développement des céphalodies sur le thallus du lichen *Peltigera aphthosa* Hoffm.-Mel. Biolog. 10, tirés du Bull. de l'Acad. Imp. d. Sc. de St. Petersbourg, 10, p. 139—155. c. tab. 1878—1880.
3. BITTER, G., Peltigeren-Studien. II. Das Verhalten der oberseitigen Thallusschuppen der *Peltigera lepidophora* (Nyl.). Berichte d. D. Bot. Ges., 22, p. 251—254, Taf. 14, Fig. 6—9. 1904.
4. —, —, Peltigeren-Studien. III. *Peltigera nigripunctata* n. sp., eine verkannte Flechte mit heterosymbiontischen Cephalodien. Ebenda, 27, p. 186—195, Taf. 9. 1909.

5. DARBISHIRE, O. V., Lichens.-British. Antarctic ("Terra Nova") Expedition 1910. Botany, III, p. 29—76. 1923.
6. —, —, Some Aspects of Lichenology. Transact. Brit. Mycolog. Soc., 10, p. 10—28. 1924.
7. —, —, The structure of *Peltigera* with especial reference to *P. praetextata*. Annals o. Bot., 40, p. 727—759, Tab. 28—30. 1926.
8. —, —, The Soredia of *Peltigera erumpens* and *P. scutata*. Transact. Brit. Mycolog. Soc., 12, p. 52. 1927.
9. ELFVING, F., Untersuchungen über die Flechtengonidien. Acta Soc. Sc. Fenn., 44, No. 2. 1913.
10. FORSSELL, K. B. J., Studier öfver Cephalodierna. Bihang till K. Svenska Vet.-Akad. Handlingar, 8, No. 3. 1883.
11. —, —, Lichenologische Untersuchungen. I. Über die Cephalodien. Flora, 67, pp. 1—8, 33—46, 58—63, 177—193. 1884.
12. GOEBEL, K., Ein Beitrag zur Biologie der Flechten. Annales d. Jard. d. Buitenzorg, 36, p. 1—83, Tab. 1—4. 1926.
13. LINKOLA, K., Über die Thallusschuppen bei *Peltigera lepidophora* (Nyl.). Berichte d. D. Bot. Gesellsch., 31, p. 52—54, Taf. 2. 1913.
14. MOREAU, F. M. u. Mme., Sur les lichens de la famille des *Peltigeracées*. Annales d. Sc. Nat., Sér. 10, Botanique, I, p. 29—138, Tab. 1—13. 1917.
15. SCHWENDENER, S., Untersuchungen über den Flechtenthallus. II. Laub- und Gallertflechten. Beitr. z. wissenschaftl. Bot., Heft 3, p. 127—198, Taf. 8—11. 1863.
16. SMITH, A. L., Lichenes. Cambridge, 1921.

Figurenerklärung der Tafel II.

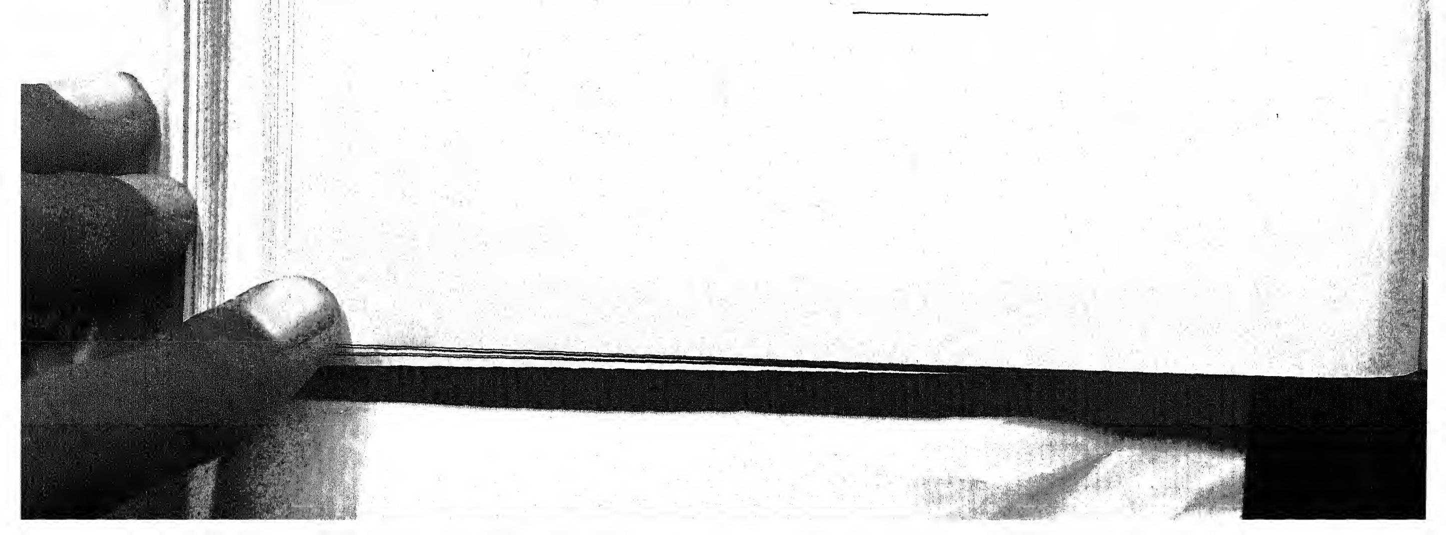
Peltigera aphthosa.

Fig. 1. Mikrophotographie eines mittleren und senkrechten Schnittes durch ein älteres Cephalodium. Die dunkle Oberrinde und die hellere Unterrinde lassen sich unterscheiden. Rinde und Gonidien des *Peltigera*thallus sind auch zu sehen. Die Verbindung des *Peltigera*markes mit der Unterrinde des Cephalodiums ist klar. Am Rande des Cephalodiums sieht man die von der *Peltigera*rinde aufsteigenden Hyphen. Vergr. 60.

Fig. 2. Mittlerer senkrechter Schnitt durch einältereres Cephalodium, von dem nur eine Hälfte in die Zeichnung aufgenommen worden ist. Links sieht man die Rinde des *Peltigera*thallus, deren Hyphen in den wachsenden Rand des Cephalodiums übergehen. Die genauere Beschreibung dieser Figur kann man aus dem Texte ersehen. Vergr. 300.

Fig. 3. Flächenansicht der Rinde einer ganz jungen Cephalodienanlage. Vergr. 300.

Fig. 4. Flächenansicht der Rinde an der Seite eines älteren Cephalodiums. Vergr. 300.



26. A. Weiße: Zur Kenntnis von Blattstellung und Blütenstand der Aristolochiaceen.

I. Asareae und Apameae.

(Eingegangen am 7. April 1927. Vorgetragen in der Aprilsitzung.)

Über die Blattstellung von Aristolochiaceen liegen eingehende entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen im wesentlichen nur für *Asarum europaeum* L., *Aristolochia macrophylla* Lamk. (= *A. Sipho* L'Hérit.) und *Aristolochia Clematitis* L. vor; im übrigen beschränken sich die Autoren zumeist nur auf die Angabe, daß die Laubblätter zweizeilig angeordnet seien, und schon die nächste Frage, ob das erste Blatt der Axillarsprosse adossiert oder transversal gestellt sei, bleibt meistens unbeantwortet. Was über den Blütenstand gesagt wird, ist in vielen Fällen so allgemein gehalten, daß man sich darüber keine klare Vorstellung machen kann, ist aber bisweilen auch geradezu falsch.

Zur Erweiterung unserer diesbezüglichen Kenntnisse untersuchte ich das frische Material, das der Botanische Garten in Dahlem bot, 3 *Asarum*- und etwa 20 *Aristolochia*-Arten, und unterzog ferner das reiche Herbarmaterial des Botanischen Museums einer eingehenden Durchsicht. Der Direktion von Garten und Museum spreche ich für das mir wiederum eingeräumte weitgehende Benutzungsrecht meinen verbindlichsten Dank aus.

I. Asareae. Da mir von den beiden Gattungen dieser Tribus frisches Material nur von *Asarum* zur Verfügung stand, stelle ich die Besprechung dieser Gattung voran. Ich kann zunächst für *Asarum europaeum* L. voll das bestätigen, was schon durch die Untersuchungen von EICHLER (8, p. 528) und SCHUMANN (22, p. 35) über den Aufbau der kriechenden Achsen festgestellt wurde. Jeder mit einer Blüte abschließende Jahressproß entwickelt sich aus der Axillarknospe des letzten vorjährigen Laubblattes; er beginnt mit einem adossierten Vorblatt und 2 bis 3 weiteren, gleichfalls median gestellten Schuppenblättern, denen 2, ausnahmsweise auch 3, fast auf gleicher Höhe stehende Laubblätter folgen. Dann schließt er mit einer Blüte ab. Da alle Blätter mit ihrem Grunde etwa ¾ des Stengels umfassen, ehe das folgende am Scheitel angelegt wird, so muß sich, der bekannten HOFMEISTERschen Regel entsprechend, die zweizeilige Anordnung der Blätter ergeben. Ich

konnte, wie gleich hier bemerkt werden mag, ein gleiches Verhalten auch für alle andern von mir an frischem Material untersuchten Aristolochiaceen feststellen. In der Achsel jedes Schuppen- und Laubblattes, mit Ausnahme des adossierten Vorblattes, wird je eine Axillarknospe angelegt. Diese verkümmert meistens in der Achsel des unteren Laubblattes, während die des oberen Laubblattes im folgenden Jahre zur regelmäßigen Entwicklung kommt und das Sympodium fortsetzt. Doch auch die Knospen der Schuppenblätter können zu Seitenzweigen auswachsen, die einen ähnlichen Bau wie der Hauptsproß haben, aber meist ohne Blüte endigen. Das adossierte Vorblatt der Aristolochiaceen ist sicher ein Einzelblatt, denn bei vielen *Aristolochia*-Arten findet sich auch in seiner Achsel eine Knospe. — Rud. Wagner (29, p. 175) hat an einem bei Wien gesammelten Exemplar von *Asarum europaeum* in den Achseln von 2 Schuppenblättern Knospen beobachtet, die transversale Vorblätter und entsprechend transversale Stellung der übrigen Blätter aufweisen. Mit Recht hebt er hervor, daß wir hierin eine atavistische Erscheinung zu erblicken haben.

Ein ganz ähnlicher Aufbau, wie ihn die Jahrestriebe von *As. europaeum* zeigen, findet sich auch bei den übrigen *Asarum*-Arten, von denen ich noch *As. canadense* L. und *As. caudatum* Lindl. an frischem Material untersuchen konnte. Diese beiden weichen von unserer Art bekanntlich insofern ab, als bei ihnen die beiden Laubblätter des letzten Triebes nicht wie bei unserer Art überwintern, sondern im Herbst vergehen.

Bei *As. europaeum* ist die Knospe in der Achsel des obersten Laubblattes zur Zeit der Blüte (Mitte April) schon kräftiger entwickelt als die übrigen. Auf Querschnitten kann man feststellen, daß außer dem adossierten Vorblatt auch schon die beiden folgenden Schuppenblätter angelegt sind. Im Mai erfolgt dann die Anlage der Laubblätter und im Juni die der Kelchblätter. Wie schon Payer (17, p. 433) richtig beobachtet hat, wird das dem letzten Laubblatt gegenüber stehende zuerst angelegt. Da es nur $^1/_3$ des Scheitels umfaßt, bleibt ihm gegenüber der Raum für 2 weitere Kelchblätter übrig. Dies Verhalten ist ganz ähnlich, wie ich es für die Anonacee *Asimina triloba* beschrieben habe (32, p. 24). Nach Eichler (8, p. 526—527) sollen mit den 3 Kelchblättern oft 3 „Zähnchen“ alternieren, die auch sonst in der Literatur mehrfach erwähnt worden sind (zuerst wohl von Baillon 1, p. 55) und als Rudimente von 3 inneren Perigonblättern aufgefaßt werden. Sie kommen sowohl bei *As. europaeum* wie auch bei *As. canadense* vor und zwar „bald in Vollzahl, bald nur eins oder das andere, oder auch gar keins“

(8, p. 526). Ich habe leider die Zähnchen niemals beobachten können. Weder an den Pflanzen des Dahlemer Gartens, noch an Exemplaren, die ich von Herrn Professor Dr. TH. LOESENER erhielt, und die von Pflanzen abstammen, die er vor mehreren Jahren vom Watzmann aus den bayrischen Alpen mitgebracht hat, noch an Exemplaren, die ich aus einem Vorgarten in Friedenau erhielt, waren Zähnchen zu finden; auch an dem Herbarmaterial konnte ich sie nirgends beobachten. Sie scheinen doch wohl nur selten und vielleicht nur an bestimmten Standorten aufzutreten. — Über die Anlage des Andröceums gehen die Angaben der Autoren auseinander. Nach PAYER (17, p. 433) werden zuerst die 3 mit den Sepalen alternierenden äußeren Staubblätter angelegt, darauf die 6 inneren, während er es unentschieden läßt, ob die 3 übrigen Staubblätter des äußeren Kreises mit jenen gleichzeitig oder etwas früher angelegt werden. Nach BAILLON (1, p. 56—57) sollen zuerst die Staubblätter des inneren Kreises und erst dann die des äußeren entstehen. Ich selbst konnte sicher beobachten, daß (Anfang Juli) zuerst die 3 äußeren zwischen die Kelchblätter fallenden Stamina, ein wenig später die 3 anderen äußeren und zuletzt, mit diesen 6 Staubblättern alternierend, die 6 inneren angelegt werden. Bekanntlich sind die 6 inneren Staubblätter stets bedeutend länger als die 6 äußeren. Ich konnte an Knospen von Ende Juli ab auch einen deutlichen Unterschied in der Länge der äußeren Stamina feststellen. Die 3 zuerst entstandenen, mit den Kelchblättern alternierenden Staubblätter sind im Knospenzustand deutlich kürzer als die drei anderen. Ich fand diesen Unterschied sowohl bei *As. europaeum* wie auch bei *As. canadense* und *caudatum*. Bereits im Juli wurden bei *As. europaeum*, mit den 6 inneren Staubblättern alternierend, die 6 Karpelle angelegt.

Von DEDECEK (6, p. 164) sind abnorme Blüten von *As. europaeum* beschrieben worden, bei denen 2 Kelchblätter ganz oder fast ganz verwachsen waren, und dann in zwei Kreisen je 5 Staubblätter und 5 Fruchtblätter in regelmäßiger Alternation folgten. Ich habe eine ebenso gebaute Blütenknospe bei *As. caudatum* aufgefunden und konnte an dieser feststellen, daß das dem letzten Laubblatt gegenüberstehende Kelchblatt normal ausgebildet, dagegen die beiden andern Kelchblätter zum größten Teil verwachsen und von den äußeren Staubblättern das an der Verwachsungsstelle der beiden Kelchblätter zu erwartende abortiert war. Auch hier folgten 5 innere Stamina und 5 Karpelle in Alternanz. — Wie PENZIG (18, p. 187) anführt, wurden von VIRIEUX auch dimere Blüten von *As. europaeum* beobachtet. Ich konnte leider die Originalarbeit nicht einsehen. —

ALEX. BRAUN (4, p. 12), hat an *As. canadense* mehrfach tetramere Blüten aufgefunden, die 4 Kelchblätter, zweimal 8 Staubblätter und 8 Karpelle besaßen. Zwei von ihm im Jahre 1857 im Berliner Garten aufgenommene Exemplare mit 4zähliger Blüte befinden sich noch im Herbar des Bot. Museums. Es scheint Dédoublement des unpaaren Kelchblattes vorzuliegen.

An den Sämlingen von *As. europaeum* stehen die Kotyledonen nicht genau gegenüber, sondern sind nach einer Seite hin mehr oder weniger genähert. Meistens ist das Hypokotyl etwas niederliegend, und die Kotyledonen konvergieren dann stets nach der oberen Seite. Mit ihnen gekreuzt folgen zwei Schuppenblätter, von denen das erste auf der freieren (unteren) Seite zu stehen kommt. Da es mehr als die Hälfte des Stengels umfaßt, beginnt mit ihm die zweizeilige Blattanordnung. (Vgl. die Querschnittszeichnung von ITERSON 11, p. 275, Fig. 75.) Auf die 2 Schuppenblätter folgt ein Laubblatt von normaler Form. — Eine seltene Abweichung von dem gewöhnlichen Verhalten führt IRMISCH (10, Sp. 9, Fußnote 3) an. Er fand eine Keimpflanze, bei der auf die beiden Kotyledonen, von diesen durch ein deutliches Internodium getrennt, 2 Blätter folgten, die ganz die Form der Keimblätter, aber die Stellung der Schuppenblätter hatten. Erst oberhalb dieser beiden Blätter stand ein normales Schuppenblatt.

Die zweite zu den Asareen gehörige Gattung *Saruma*, von der nur die eine chinesische Art *Saruma Henryi* Oliv. bekannt ist, ist von *Asarum* durch das Vorhandensein eines inneren Perigonkreises und durch fast ganz freie Karpelle unterschieden und wird daher mit Recht im System an den Anfang der Familie gestellt. RUD. WAGNER (28, p. 265) hat den morphologischen Aufbau nach dem Exemplar des Wiener Naturhist. Hofmuseums für die florale Region klargelegt. Der erste mit einer Blüte abschließende Sproß, der vorlag, hatte 3 Laubblätter. Die Achsel des obersten Blattes war leer, die Hauptinnovation fand sich in derjenigen des vorletzten Laubblattes. Der Sproß hatte gleichfalls 3 Laubblätter und schloß mit einer Blüte ab. Wiederum war aus der Achsel des vorletzten Laubblattes der das Sympodium fortsetzende Sproß hervorgewachsen, der diesmal nur 2 Laubblätter und eine endständige Blüte trug. In jedem Falle war das erste Laubblatt adossiert gestellt. Vor den ausgetriebenen Knospen konnte WAGNER auch noch je eine Beiknospe feststellen. Hierin unterscheidet sich *Saruma* also von *Asarum*, das keine Beiknospen besitzt, während solche bekanntlich bei *Aristolochia* fast immer, z. T. in größerer Zahl auftreten. Ob sich die zweizeilige Stellung der Laubblätter auch bei *Saruma* bis

zum 1. Kelchblatt fortsetzt, konnte WAGNER nicht entscheiden. Ebenso mußte er die Frage offen lassen, ob in der unteren Region, ähnlich wie bei *Asarum*, Niederblätter vorhanden sind. Beide Fragen kann ich nach dem hiesigen Herbarmaterial bejahend beantworten.

II. **Apameae** Solrdr. (= *Bragantieae* Dchtre.). Wie ich an dem Herbarmaterial des Bot. Museums feststellen konnte, steht bei den Vertretern dieser Tribus das 1. Blatt der Axillarsprosse gleichfalls adossiert. Während bei den Asareen die einzelnen, endständigen Blüten direkt auf die Laubblätter folgen, besitzen die Apameen besondere mit Hochblättern versehene Infloreszenzen. Bei *Thottea grandiflora* Rottb. steht meistens je eine Infloreszenz in den Achseln von schon abgefallenen, seltener auch noch vorhandenen Laubblättern. In einem Falle waren zwei untereinander stehende Infloreszenzen aus einem Blattwinkel hervorgewachsen. An jeder Infloreszenz stehen am Grunde 2 bis 3 Hochblätter in zweizeiliger Anordnung, dann schließt der Sproß mit einer Blüte ab. In der Achsel des ihr vorangehenden Hochblattes entwickelt sich ein neuer Sproß mit einem adossierten Hochblatt und einer endständigen Blüte, und dieser Prozeß wiederholt sich meist mehrfach in regelmäßiger Weise, so daß ein als Fächel (Rhipidium) zu bezeichnendes Sympodium entsteht. Dieser, wie wir sehen werden, bei den Aristolochiaceen noch wiederholt auftretende Blütenstand war bisher für Dikotylen nur durch die grundlegenden Untersuchungen von ROB. E. FRIES (9) für eine Anzahl von Anonaceen bekannt geworden. Es zeigen sich auch sonst bei beiden Familien im Aufbau der Blütenregion manche Analogien, so daß auch hierin eine neue Stütze für ihre von vielen Systematikern angenommene nahe Verwandtschaft zu erblicken ist (vgl. 31, p. 520). Scheinbar steht bei *Thottea* je eine Blüte immer einer Braktee gegenüber. Hierauf hat schon ROTTBÖLL (20, p. 530) mit den Worten hingewiesen: „Bracteae pedicillis oppositae". An größeren Infloreszenzen tritt bisweilen auch eine Verzweigung ein, die dadurch zustande kommt, daß ein Glied des Sympodiums außer der adossierten noch eine 2. Braktee trägt und dann erst mit einer Blüte abschließt. Aus den Achseln beider Brakteen wachsen dann Sprosse hervor, die wieder zu Fächeln werden. — Im wesentlichen den gleichen Aufbau zeigen auch die Infloreszenzen von *Thottea dependens* Kl. An einer Blütenknospe dieser Pflanze konnte ich sicher beobachten, daß auch hier eines der 3 Perigonblätter dem vorangehenden Hochblatt gegenüber fällt. Bekanntlich stehen die etwa 36 Staubblätter bei *Thottea* in zwei Kreisen. Näheres über ihre Anordnung, sowie über den sonstigen Bau der Blüte konnte ich an dem gepreßten Material nicht feststellen.

Von der Gattung *Apama* Lamk. (= *Bragantia* Lour.), die bekanntlich von *Thottea* durch kleinere Blüten und dadurch unterschieden ist, daß die in geringerer Zahl vorhandenen Staubblätter in nur einem Kreise stehen, zeigt *Apama corymbosa* (Griff.) O. Kntze. (= *Bragantia corymbosa* Griff.) gut zu beobachtende Blütenstandsverhältnisse. Wie schon DUCHARTRE (7, p. 429) richtig angibt, sind die cymösen Infloreszenzen zum Teil terminal, zum Teil Axillarsprosse des obersten Laubblattes. Die aus der Achsel des vorletzten Laubblattes hervorwachsenden Zweige tragen nach langem Hypopodium ein adossiertes Laubblatt und gehen dann gleichfalls in eine Infloreszenz über. In den Achseln aller Laubblätter stehen unterhalb der Hauptknospe noch je 1, seltener auch 2 Beiknospen. Eine von ihnen kann in der floralen Region zu einer zweiten Infloreszenz auswachsen. Hierauf hat schon RUD. WAGNER (28, p. 268) aufmerksam gemacht, der unsere Pflanze unter dem zu verwerfenden Namen *Strakaea melastomaefolia* Turcz. erwähnt. Die einzelnen Infloreszenzen zeigen, ähnlich wie bei *Thottea*, eine spärliche Verzweigung. Die letzten Teilinfloreszenzen sind auch hier Fächel. — Bei *Apama siliquosa* Lamk. (= *Bragantia Wallichii* R. Br.) stehen die Blüten nach DUCHARTRE (7, p. 430) in „spicis axillaribus, brevibus, solitariis vel geminis ternisve“. In Wirklichkeit handelt es sich auch hier um sympodial aufgebaute Fächel. Wenn sie zu Dreien in der Achsel eines Laubblattes stehen, so ist die oberste Infloreszenz als Hauptsproß, die unteren beiden als Beisprosse aufzufassen. Jede Infloreszenz trägt am ersten Gliede eine oder zwei Brakteen. Im letzteren Falle ist die untere leer, während aus der Achsel der 2. Braktee das folgende Glied hervorsprießt. Dieses trägt, wie alle folgenden, nur 1 adossierte Braktee und 1 terminale Blüte. — Bei *Apama tomentosa* (Bl.) Engl. (= *Bragantia tomentosa* Bl.) stehen die Blütenstände, wie DUCHARTRE (7, p. 431) richtig anführt, einzeln oder zu zweien in den Achseln abgefallener Laubblätter im unteren Teile der Zweige. Sie werden von DUCHARTRE (l. c.) und KOORDERS (12, p. 178) übereinstimmend als Ähren bezeichnet, doch dürfte auch in diesem Falle der Aufbau ein cymöser sein. Die starke Behaarung ließ ihn am getrockneten Material nicht sicher feststellen. — Die Angabe von BOERLAGE (3, p. 64), daß bei *Apama macrantha* (Boerl.) nov. comb. (= *Bragantia macrantha* Boerl.) die Blüten „in op trossen gelijkende okselstandige aren“ stehen, ist gleichfalls unzutreffend. Die aus den Achseln der großen Laubblätter entsprießenden Blütenstände haben sicher cymösen Bau. Die Infloreszenzen beginnen mit 3 Brakteen, von denen die beiden unteren leer sind, während aus der Achsel der

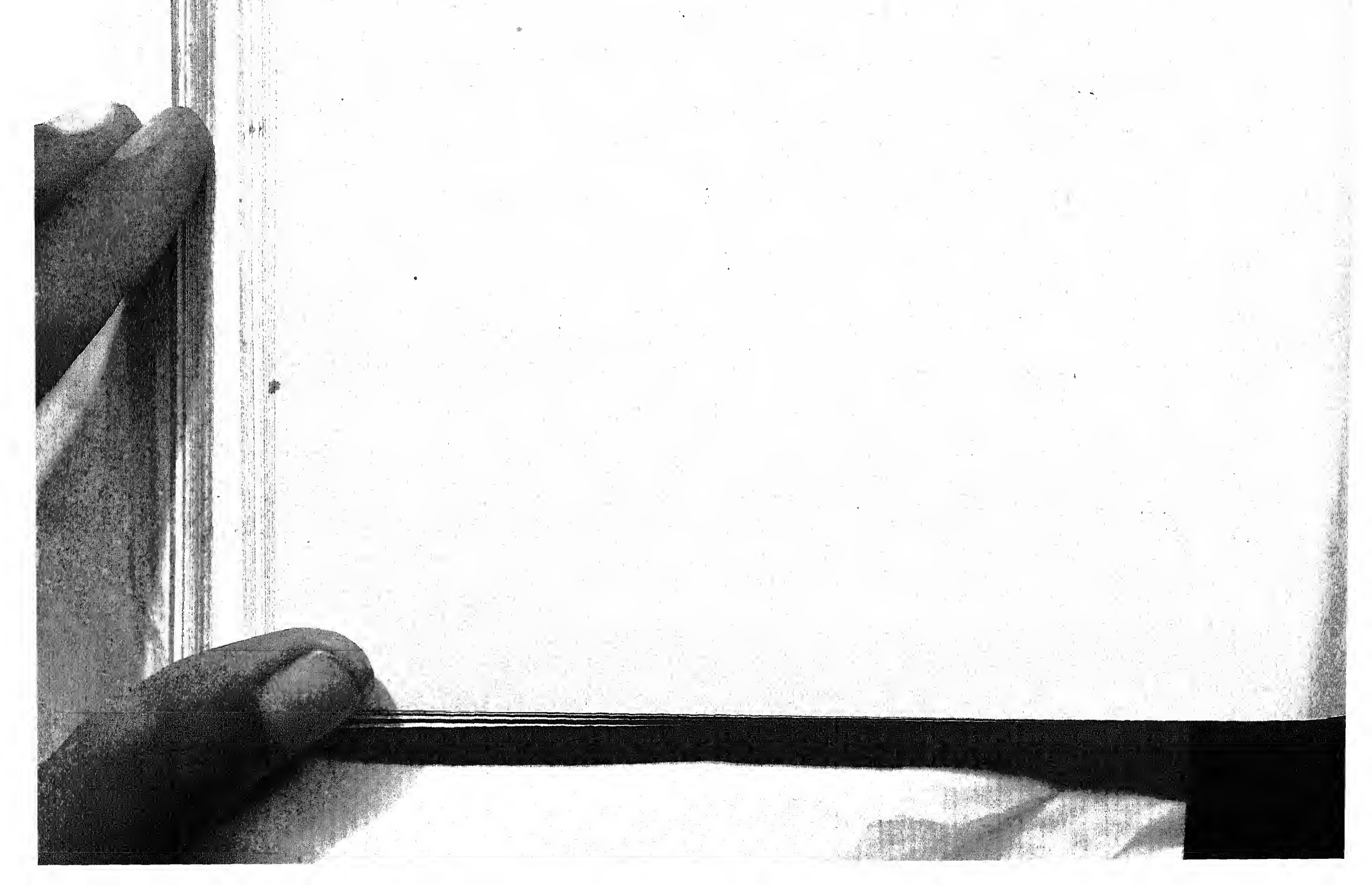
obersten der Übergipfelungssproß entspringt, der eine Braktee und eine terminale Blüte trägt und einen regelmäßigen Fächel einleitet. — Ganz ähnlich aufgebaute Infloreszenzen sind bei *Apama affinis* (Planch.) nov. comb. (= *Bragantia affinis* Planch. Mss. ex Rolfe) und *Apama brevipes* (Merr.) nov. comb. (= *Bragantia brevipes* Merr.) vorhanden. Sie stehen bei beiden in den Achseln schon abgefallener Laub- oder Schuppenblätter und beginnen mit 3 bis 5 leeren Brakteen. Während in der Diagnose der ersten Art (19, p. 265) die Infloreszenzen richtig als cymös bezeichnet werden, sind sie für die zweite Art von MERRILL (16, p. 248) unzutreffend „racemi" genannt.

Daß auch in der Gattung *Apama* das unpaare Perigonblatt dem vorangehenden Hochblatt gegenüber fällt, konnte ich an Blütenknospen von *Apama siliquosa* sicher beobachten.

Literatur.

1. BAILLON, H. Remarques sur l'androcée des *Asarum* et sur des appendices qui tiennent la place des pétales dans l'*A. europaeum*. (Adansonia, I, 1860—1861, p. 55—57)
2. BEIJERINCK, M. W. Beob. und Betracht. über Wurzelknospen und Nebenwurzeln. (Natk. Verh. K. Akad., XXV, Amsterdam, 1886)
3. BOERLAGE, J. G. Handl. tot de Kennis der Flora van Nederl. Indie, III, I, 1900.
4. BRAUN, ALEX. *Asarum* (*Ceratasarum*) *variegatum*. (Ind. Sem. Hort. Bot. Berolin. 1861, Appendix, p. 12—13)
5. BRITTON and BROWN. Ill. Flora of the North. U. S., Canada a. Brit. Poss. II. Edit., vol. I. New York, 1913.
6. DEDECEK, JOS. Eine Alternative i. d. *Asarum*-Blüten. (Oesterr. Bot. Ztschr., XXI, 1871, p. 164.)
7. DUCHARTRE, P. Aristolochiaceae. (DE CANDOLLE, Prodromus, XV, I, 1864, p. 421—498.)
8. EICHLER, A. W. Blütendiagramme, II. Leipzig, 1878.
9. FRIES, ROB. E. Stud. üb. d. Blütenstandsverh. b. d. Fam. Anonaceae. (Acta Horti Bergiani, VI, Nr. 6. Stockholm, 1919.)
10. IRMISCH, Th. Üb. einige Ranunculaceen. (Bot. Ztg. XIV, 1856, Sp. 1—11; 17—29.)
11. ITERSON jun., G. VAN. Math. u. mikr.-anat. Studien üb. Blattst. Jena, 1907.
12. KOORDERS, S. H. Exkursionsflora v. Java, II. Jena, 1912.
13. LEMAIRE, CH. *Aristolochia tricaudata*. (L'Ill. Hortic., XIV, 1867, pl. 522.)
14. LUBBOCK, Sir JOHN. A contrib. to knowl. of seedlings, II, London, 1892.
15. MALME, GUST. O. A. Beitr. z. Kenntn. d. südamerik. Aristolochiaceen. (Arkiv för Bot., I, 1904, p. 521—551.)
16. MERRILL, ELMER D. New or notew. Philipp. plants, XVI. (Philipp. Jour. of Sc. XVII, 1920, p. 239—323)
17. PAYER, J. B. Traité d'organogénie comp. de la fleur. Paris, 1857.
18. PENZIG, O. Pflanzen-Teratologie. 2. Aufl. III. Berlin, 1922.
19. PLANCHON Mss. ex ROLFE. *Bragantia affinis*. (Kew Bull. 1913, p. 265.)

20. ROTTBÖLL, FRIIS. Beskr. ov. nogle Planter fra de malabar. Kyster. (Nye Samling af det K. Dansk Vidensk. Selsk. Skrifter, II, 1783, p. 525—546.)
21. SANDT, WALTER. Zur Kenntn. d. Beiknospen. (Bot. Abh. hrsg. v. GOEBEL, Heft 7.) Jena, 1925
22. SCHUMANN, K. Praktikum f. morph. u. syst. Bot. Jena, 1904.
23. SCHWENDENER, S. Mech. Theor. d. Blattst. Leipzig, 1878.
24. SOLEREDER, H. Aristolochiaceae. (ENGLER-PRANTL, Nat. Pflzfam. III, 1, 1889, p. 264—273.)
25. TAUBERT, P. Plantae Glaziovianae. (Beih. z. ENGL. Bot. Jhrb. Nr. 27, XII, 1890, p. 1—20, Taf. I A.)
26. TORREY, JOHN. Report Railr. Route from Miss. Riv. to Pacif. Oc., 1857, p. 27. (= Pacif. Railr. Expl. Rep. IV, p. 128.)
27. VELENOVSKÝ, JOS. Vergl. Morph. d. Pfl. II, Prag, 1907.
28. WAGNER, RUDOLF. Zur Kenntn. d. *Saruma Henryi* Oliv. (Oesterr. bot. Ztschr., LVII, 1907, p. 265—271.)
29. —, —. Üb. Fälle v. atavist. Vorblattanschluß bei *Asarum europaeum* L. (Anz. Ak. Wiss. Wien, math.-natw. Kl., LVIII, 1921, p. 174—177.)
30. WEISSE, ARTH. Beitr. z. mech. Theor. d. Blattst. an Axillarknospen. (Flora, LXXII, 1889, p. 114—140.)
31. —, —. Blattstellungsstud. an einig. Anonaceen, I. (Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., XLIII, 1925, p. 516—524.)
32. —, —. Blattstellungsstud. an einig. Anonaceen, II. (ebenda, XLIV, 1926, p. 23—30.)



27. A. Weiße: Zur Kenntnis von Blattstellung und Blütenstand der Aristolochiaceen.

II. Aristolochieae.

(Mit 1 Abbildung im Text.)

(Eingegangen am 7. April 1927. Vorgetragen in der Aprilsitzung.)

Auch in dieser Tribus steht das erste Blatt der Axillarknospen zumeist adossiert. Diese Stellung findet sich bei *Holostylis reniformis* Dchtre., *Euglypha Rajasiana* Chod. et Hassl. und in der Gattung *Aristolochia* allgemein in den Sektionen *Siphisia* (im Umfange von SOLEREDER [24[1]), p. 272]) und *Polyanthera*, mit einer Ausnahme, auf die ich noch zurückkomme, auch in der Sektion *Gymnolobus* und zu mehr als der Hälfte bei den *Diplolobus*-Arten.

Die am genauesten untersuchte Art der Sektion *Siphisia* ist *Aristolochia macrophylla* Lamk. (= *A. Sipho* L'Hérit.). In den Achseln der Laubblätter befindet sich eine Reihe von median gestellten Knospen, die bei jüngeren Pflanzen nur vegetativ sind, während in der Blütenregion bekanntlich (vgl. EICHLER 8, p. 532) zu oberst ein oder zwei vegetative, zu unterst zwei bis drei Blütenknospen stehen, von denen aber gewöhnlich nur eine oder zwei zur vollen Entwicklung kommen. Die Knospen werden schon im Sommer des Vorjahres angelegt, so daß die Blüten aus den Achseln der vorjährigen Blattnarben hervorsprießen. Auf das adossierte Vorblatt folgt auf halber Höhe des Blütenstiels ein von EICHLER als „Zwischenblatt" bezeichnetes größeres Hochblatt, dem, wie ich mehrfach beobachtete, noch ein zweites kleineres folgen kann. Von den 3 Perigonzipfeln fällt der unpaare dem vorangehenden Hochblatt gegenüber. Nach EICHLER (8, p. 529) ist die Blütenhülle von *Aristolochia*, ähnlich wie bei manchen Monokotylen, durch Verschmelzung von 6 in 2 Kreisen stehenden Perigonblättern entstanden. Die 6 im unteren Teile der Blütenhülle zu beobachtenden Gefäßbündel weisen hierauf hin. Mit ihnen alternieren die 6 Staubblätter und mit diesen die 6 Karpelle. Gleichfalls achselständige Blüten mit Hochblatt konnte ich, in Übereinstimmung mit den Angaben der Autoren, nach Herbarmaterial bei 8 weiteren Arten der Sektion *Siphisia* feststellen. —

---

1) Die Nummern beziehen sich auf das Literaturverzeichnis am Schluß von Mitteilung I.

Bei *A. tomentosa* Sims (= *A. angulisans* Michx.), die ich an frischem Material studieren konnte, stehen die Blüten nicht einzeln axillar, wie es DUCHARTRE (7, p. 435) und BRITTON und BROWN (5, p. 646) angeben, sondern je einem Laubblatt gegenüber. Doch ist die Angabe richtig, daß hier Brakteen fehlen. Ich beobachtete den folgenden Aufbau: Aus der Achsel eines Laubblattes wächst die Hauptknospe zu einem vegetativen Zweige aus, während sich ein Beisproß (seltener auch 2) zu dem Blüten tragenden Zweige entwickelt. Dieser beginnt mit einem adossierten Vorblatt, trägt etwas höher ein Laubblatt und schließt mit einer Blüte ab, deren unpaarer Perigonzipfel auf die dem vorangehenden Laubblatt gegenüberliegende Seite fällt. In der Achsel dieses entwickelt sich ein neuer Sproß, der nur ein adossiertes Laubblatt trägt und wieder mit einer Blüte abschließt. Er übergipfelt den vorangehenden Sproß und drängt die Blüte zur Seite. Indem sich dieser Vorgang wiederholt, kann ein längeres Sympodium zustande kommen. Wir haben hier einen ganz ähnlichen Aufbau, wie ihn ROB. E. FRIES in seiner schönen Studie über die Blütenstandsverhältnisse der Anonaceen (9, p. 24, Fig. 20) für *Hornschuchia myrtillus* Nees beschrieb. — Treten an Stelle der Laubblätter Brakteen, so erhalten wir einen Fächel. Diese Infloreszenz findet sich bei *A. sericea* Benth., *saccata* Wall. und *platanifolia* Dchtre. Bei *A. saccata* kann die Infloreszenz auch verzweigt sein, doch sind dann die Teilinfloreszenzen Fächel. — *A. serpentaria* L. hat aufrechte Sprosse, die am Grunde Schuppen-, im oberen Teile Laubblätter tragen. Aus den Achseln der Schuppenblätter entspringen einzelne Blütensprosse, die nach 3 bis 6 Hochblättern mit einer Blüte abschließen. Bei *A. reticulata* Nutt. ist der Aufbau insofern abweichend, als die am Grunde mit mehreren Hochblättern besetzten Blütenzweige in armblütige Fächel übergehen.

Von der Sektion *Diplolobus* ist unsere *A. Clematitis* L. am besten bekannt. Die im Frühjahr aus dem unterirdischen Wurzelstock hervorwachsenden Sprosse sind z. T. Axillartriebe, die dem Grunde vorjähriger Sprosse entstammen, sehr häufig aber auch wurzelbürtige Adventivsprosse. Diese wachsen in spitzem Winkel hervor und tragen, wie BEIJERINCK (2, p. 105) richtig angibt, das 1. Blatt auf der unteren, d. h. auf der Seite des stumpfen Winkels. Oft steht bereits das 2. Blatt mit dem ersten genau alternierend, doch finden sich auch Fälle, in denen die ersten Blätter eine unregelmäßige Stellung haben und erst allmählich die zweizeilige Anordnung zustande kommt. Die unteren Blätter der Sprosse sind schuppenförmige Niederblätter. In ihren Achseln

sowie in denen der unteren Laubblätter finden sich nur vegetative Knospen, zuunterst einzeln, dann mit ein oder mehreren Beiknospen in zickzackförmiger Anordnung. In den Achseln der höher inserierten Blätter stehen zu oberst 5—10 Blüten, darunter 2—5 vegetative Knospen (vgl. EICHLER, 8, p. 533—534). An allen Axillarknospen steht das 1. Blatt transversal (vgl. SCHWENDENER, 23, p. 104). Diese, noch bei einigen andern Arten der Sektion auftretende gewöhnliche Dikotylenstellung ist wohl kaum als die dieser Familie ursprüngliche zu bezeichnen, sondern dürfte, wie das gelegentliche Vorkommen transversaler Stellung bei *Asarum*, als atavistischer Rückschlag aufzufassen sein. Die Rechts- oder Linksstellung des ersten Blattes wird, wie ich schon in einer früheren Arbeit (30, p. 135) mitteilte, durch die im Blattwinkel zur Zeit der Anlage herrschenden Asymmetrieverhältnisse bedingt. Als solche konnte ich schiefe Insertion und seitliche Verschiebung des Tragblattes feststellen. Auch versuchte ich die Zickzackstellung der Beiknospen durch dieselben zu erklären. Hiergegen wendet sich neuerdings SANDT (21, p. 40). Er fand, daß die Beiknospen in allen Fällen nicht durch Neubildung besonderer Meristeme, sondern dadurch entstehen, daß das ursprüngliche Meristem bei der Bildung der Hauptknospe nicht vollständig aufgebraucht wird, und dann aus dem verbleibenden Restmeristem die Beiknospe hervorgeht. Die Lage des Meristemrestes ist für SANDT unmittelbar gegeben; fällt er nach unten, so entstehen median angeordnete Beiknospen, fällt er schief seitlich, so entstehen biseriale Beiknospen. Ich will die Richtigkeit der Beobachtung der Meristemreste durchaus nicht anzweifeln, glaube aber, daß dieselben Asymmetrieverhältnisse, die bei *A. Clematitis* das Herausrücken der ersten Knospe aus der Mediane und die seitliche Stellung des Vorblattes bedingen, auch für die Lage des Meristemrestes maßgebend sind. Dieser wird eben, wenn die Hauptknospe und das Vorblatt nach rechts fallen, bei der Erweiterung des Blattgrundes links vorn zu liegen kommen, und umgekehrt. Bei den Arten mit adossiertem Vorblatt, bei denen die Knospen stets in einer medianen Reihe stehen, weist der Blattwinkel keine merkliche Asymmetrie auf, so daß der Meristemrest gerade nach unten fallen kann. — Wie schon EICHLER (8, p. 534) bemerkt, fällt bei den Blüten von *A. Clematitis* die Lippe auf die dem Vorblatt gegenüberstehende Seite. Eine entsprechende Stellung wurde von mir auch bei mehreren anderen *Diplolobus*-Spezies beobachtet. — Auch bei einer Anzahl anderer Arten der Sektion konnte ich transversale Vorblätter feststellen. Unter diesen beobachtete ich Einzelblüten

(seltener 2) unterhalb einer vegetativen Knospe in den Achseln von *A. altissima* Desf., sowie, soweit sich an Herbarmaterial beurteilen läßt, bei *A. sempervirens* L., *A. Pistolochia* L. (vgl. VELENOVSKÝ, 27, p. 691, Fig. 433), *A. auriculata* Boiss., *brevilabris* Bornm., *Billiardieri* Jaub., *Maurorum* L., *Bottae* Jaub. et Sp., *Olivieri* Collg., *pontica* Lamk., *cretica* Lamk., *hirta* L., *paecilantha* Boiss. und *bracteata* Retz., während bei *A. baetica* L., *parvifolia* Sibth. und *Tournefortii* Jaub. das 1. Blatt der Axillarknospen mehr oder weniger schräg nach hinten fällt. Bei *A. indica* L. stehen die Blüten, wie schon DUCHARTRE (7, p. 479) anführt, in cymösen Infloreszenzen. Da die Brakteen transversal stehen, so muß der Blütenstand als Wickel (cincinnus im engeren Sinne) bezeichnet werden. Einen im wesentlichen gleichen Blütenstand weist auch *A. Petersiana* Kl. auf, von der ich aus Usambara stammendes Alkoholmaterial untersuchen konnte; doch fallen hier die Blätter auch oft schräg nach hinten.

Eine große Zahl von Arten der Sektion *Diplolobus* besitzt adossiert gestellte Vorblätter, so *A. longa* L. und ihre Verwandten, *A. rigida* Dchtre., *debilis* Sieb. et Zucc. und *Zolligeri* Miq., die meist einzelne axillare Blüten tragen. Die Angabe von SANDT (21, p. 82), daß bei *A. rotunda* L. und *pallida* Willd. keine Beiknospen auftreten, kann ich nach Untersuchung von aufgeweichtem Herbarmaterial dieser Arten, sowie auch für *A. longa* L., als allgemeine Regel bestätigen, doch fand ich im Herbar bei den erstgenannten Arten ausnahmsweise auch 2 Blüten in einer Achsel. Es kann somit die Fähigkeit, Beiknospen zu bilden, wohl als eine Eigenschaft aller Aristolochien angesprochen werden. — Bei einer großen Zahl von *Diplolobus*-Arten stehen die Blüten in mehr oder weniger Glieder aufweisenden Fächeln, so bei *A. Tagala* Cham., *imbricata* Mast., *Macgregori* Merr., *leytensis* Merr., *mindanaensis* Warb., *philippinensis* Warb., *membranacea* Merr. von den Philippinen, *A. unguifolia* Mast., *timorensis* Decne., *Gaudichaudii* Dchtre. aus Malesien, *A. Roxburghiana* Kl., *Hookeriana* Craib aus Indien, *A. sumbavana* Warb., *Linnemanni* Warb., *megalophylla* K. Schum., *Momandul* K. Sch., *Schlechteri* Ltbch., *Lauterbachiana* O. C. Schmidt, *noviguinensis* O. C. Sch., *Engleriana* O. C. Sch., *Dielsiana* O. C. Sch., *crassinervia* O. C. Sch., *gracilifolia* O. C. Sch. aus Papuasien, *A. formosana* Warb. aus Formosa, *A. cortinata* Reinecke aus Samoa, *A. acuminata* Lamk. von Madagaskar, *A. densivenia* Engl., *albida* Dchtre. und *Ledermannii* Engl. aus dem tropischen Afrika. In den Diagnosen dieser Arten ist entweder nur kurz auf den sympodialen Bau der Infloreszenzen hingewiesen, oder es sind

diese als „cincinnus“ bezeichnet, was ja auch zutrifft, wenn man diesen Ausdruck im weiteren Sinne anwendet.

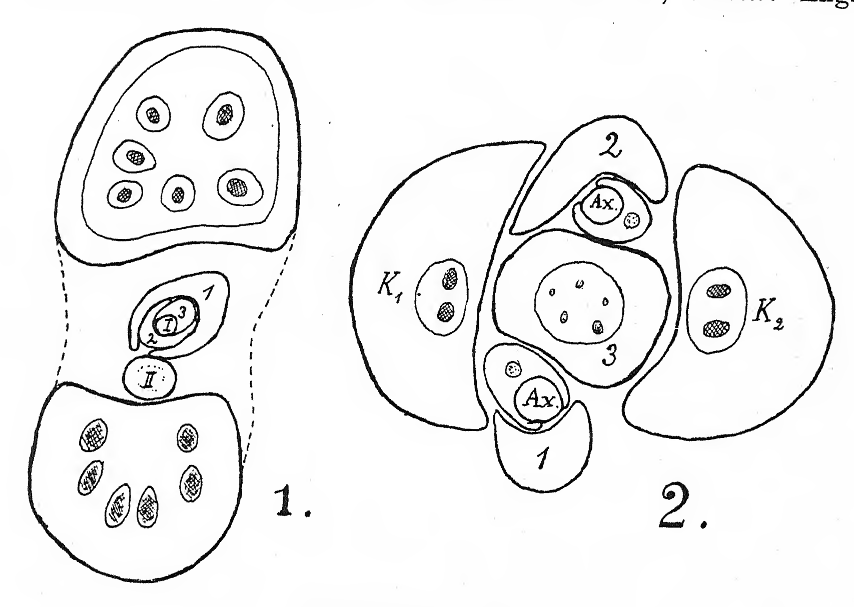
Die geographische Verbreitung der *Diplolobus*-Arten mit transversalen Vorblättern beschränkt sich im wesentlichen auf die Mittelmeerländer, Nordafrika und Vorderasien, nur *A. indica* hat ein weiter nach Osten reichendes Verbreitungsgebiet. Diesen Ländern fehlen aber keineswegs Arten mit adossiertem Vorblatt, deren Verbreitungsgebiet im übrigen ein weit ausgedehnteres ist. Auch dies weist wohl darauf hin, daß in der Sektion die adossierte Vorblattstellung die ursprüngliche ist.

In der Sektion *Gymnolobus* ist die Hauptknospe stets vegetativ, während die Beiknospen zu Blüten werden können (vgl. MALME 15, p. 523). Bei den in Mexiko und Westindien verbreiteten Species pentandrae, die im Herbar durch 11 Arten vertreten sind, geht der Blüte eine adossierte Braktee voran. Wie ich bei *A. pentandra* L. beobachten konnte, fällt die Lippe ihr gegenüber. Das Perigon hat im unteren Teile nur 5 Gefäßbündel, da das vor der Mitte der Braktee zu erwartende, also das unpaare des inneren Kreises, abortiert ist. Mit den 5 Gefäßbündeln alternieren die 5 Staubblätter und mit diesen die 5 Karpelle. — Auch von den Species hexandrae haben einige, so die im hiesigen Victoria-regia-Haus kultivierte *A. grandiflora* Sw. eine adossierte Braktee vor der achselständigen Blüte, ferner nach Herbarmaterial *A. foetens* Lindl., *Stuckertii* Speg., *Saltivari* Schaffn. und *asclepiadifolia* Brdg. Auch die im Blütenbau abweichende *Holostylis reniformis* Dchtre., bei der sich bisweilen auch 2 oder 3 Blüten in einer Achsel befinden, trägt eine adossierte Braktee vor der Blüte. — Am häufigsten haben bekanntlich die Blüten keine Braktee. Aus dieser Gruppe konnte ich die unilabiate *Aristolochia trilobata* L. an günstigem Gewächshausmaterial untersuchen. Querschnitte durch die Achseln der unteren Laubblätter zeigten unterhalb der vegetativen Hauptknospe mehrere (bis 4) gleichfalls vegetative Beiknospen. Das adossierte Vorblatt der Hauptknospe hebt sich frühzeitig von der sonst noch geschlossenen Knospe ab und wächst zu einem größeren als „Pseudostipel“ bezeichneten Gebilde aus. In seiner Achsel steht eine kleine sekundäre Axillarknospe mit gleichfalls adossiertem Vorblatt. In den Achseln der oberen Laubblätter ist die Hauptknospe ebenso gebaut, die 1. Beiknospe wird dagegen zu einer Blüte, an der man im allgemeinen nichts von einem Vorblatt entdeckt. Nur bisweilen konnte ich in jungen Stadien am Grunde des Blütenstiels eine kleine, dreieckige adossierte Schuppe oder einen kleinen Wulst feststellen, der wohl als rudimentäres Vorblatt

aufzufassen ist und es erklärlich macht, daß auch hier die Lippe nach vorn fällt (vgl. MALME, 15, p. 526). Unterhalb der Blüte können bei dieser Species, sowie bei *A. gigantea* Mart. et Zucc. und *pandurata* Jacq. noch 1 bis 2 vegetative Beiknospen angelegt werden. Bei den meisten Arten finden sich aber nur 2 Knospen, eine vegetative und eine Blütenknospe, in einer Achsel. Ich fand dieses Verhalten, nach Untersuchungen an frischem Material, bei *A. brasiliensis* Mart. et Zucc., dem Gartenbastard *A. brasiliensis* × *macroura* Gomez, bei *A. elegans* Mast, sowie bei *A. fimbriata* Cham. Diese Art ist dadurch bemerkenswert, daß das 1. Blatt der vegetativen Knospen selten genau adossiert steht. Es fällt meistens unter etwa 45° schräg nach hinten (vgl. Fig. 1 der Textabbildung). Das Tragblatt zeigt dann eine entsprechende Asymmetrie (schiefe Insertion oder seitliche Verschiebung). Vegetative Beiknospen haben das 1. Blatt nach der entgegengesetzten Seite aus der Mediane gerückt wie die Hauptknospe. Es liegt hier also bei einer südamerikanischen Art eine entschiedene Hinneigung zu der transversalen Vorblattstellung vor, die sonst nur für Arten der Sektion *Diplolobus* bekannt ist. — Die Durchmusterung des Herbars zeigte, daß einzelne, seltener auch 2 Blüten ohne Braktee bei 67 Arten der Unilabiatae, bei allen 9 Bilabiatae und bei 7 Petiflorae vorhanden sind. Auch *Euglypha Rajasiana* Chod. ist hier anzuschließen. Bei *Aristolochia juruana* Ule stehen nach einer vegetativen Knospe 2 bis 5 Blüten serial untereinander, deren Stiele am Grunde mehr oder weniger verwachsen sind. — Blütenstände, die wieder als Fächel zu bezeichnen sind, beobachtete ich an *A. asperifolia* Ule, *consimilis* Mast., *Tonduzii* O. C. Schmidt, *acutifolia* Dchtre., *clypeata* Lind. et Andr. und *arborea* Lind. Bei *A. maxima* L. kommen verzweigte Infloreszenzen vor, deren Teilinfloreszenzen Fächel sind. Eine Besonderheit findet sich bei *A. Urbaniana* Taub. (vgl. TAUBERT 25, p. 13 u. Taf. I A, Fig. 3a). Hier ist jedesmal der Blütenstiel ein Stück weit mit der Mittelrippe der opponierten Braktee verwachsen, so daß die Blüte und Infloreszenz (Fächel) epiphyll zu sein scheinen. — *A. marañonensis* O. C. Schmidt, *peruviana* O. C. Sch. und *Pilgeriana* O. C. Sch. haben Infloreszenzen, die einzeln oder zu mehreren untereinander aus dem alten Holz hervorsprießen. An ihnen scheinen die Blüten einzeln in den Achseln der Brakteen zu stehen. Doch dürfte es sich wohl kaum um ein traubenartiges Monopodium handeln, vielmehr spricht manches dafür, daß auch hier ein fächelartiges Sympodium vorliegt, bei dem, ähnlich wie es ROB. E. FRIES (9, p. 12 u. 21) für gewisse Anonaceen annimmt, jedesmal

das Tragblatt durch Verwachsung seines Grundes mit einem Teil des Übergipfelungssprosses nach oben gerückt ist.

Von der Sektion *Polyanthera* stand mir nur Herbarmaterial zur Verfügung. Die Knospen stehen hier zu 2 bis 3 untereinander in den Blattachseln und besitzen allgemein, wie schon oben bemerkt, ein adossiertes 1. Blatt. Die Blüten sind bei *Aristolochia Mannii* Hook. f., *triactinia* Hook. f., *Zenkeri* Engl.,

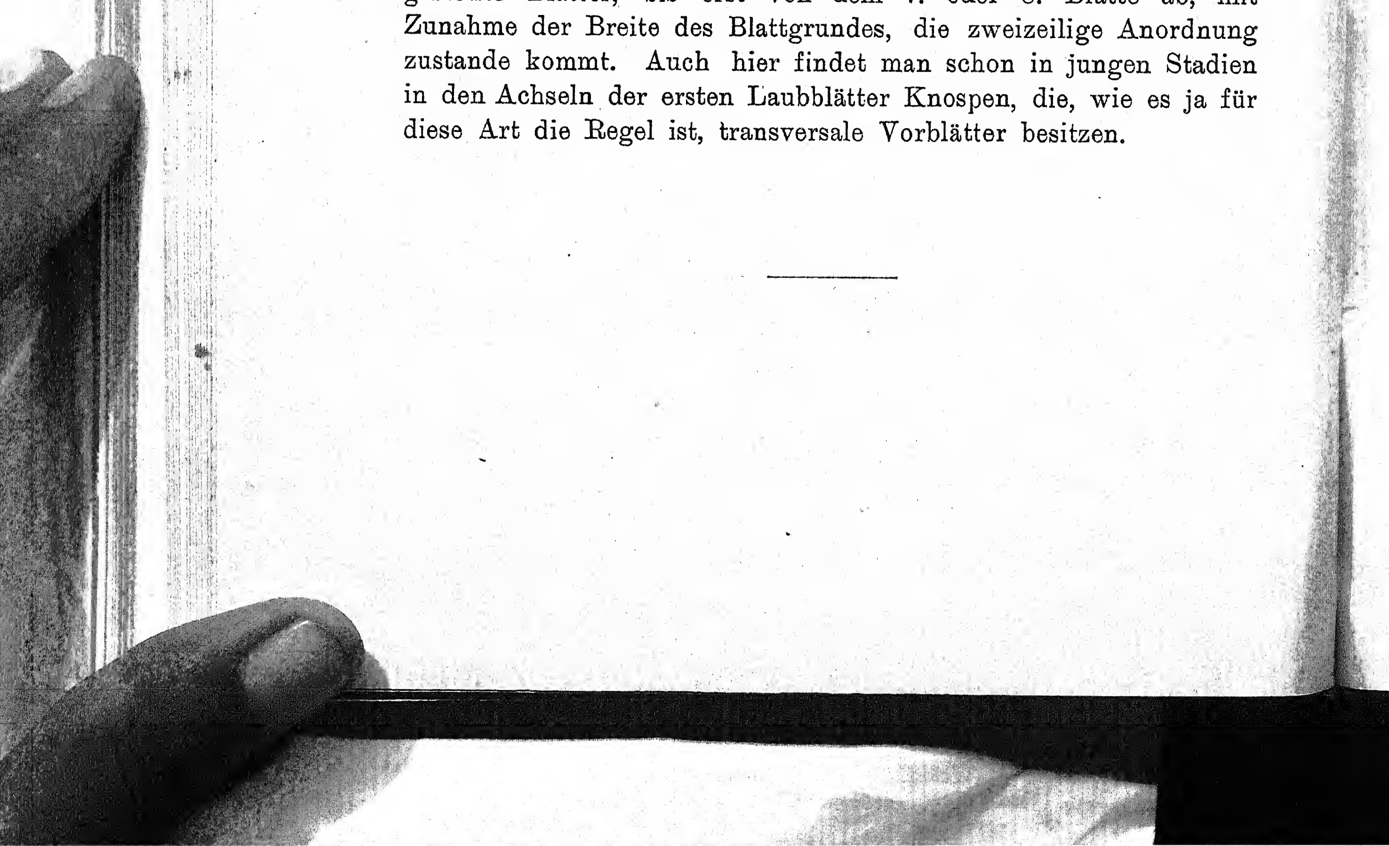


Aristolochia fimbriata Cham.

Fig. 1. Querschnitt durch einen Blattwinkel der Blütenregion. I vegetative Axillarknospe mit schräg gestellten Blättern, II Blütenknospe. Vergr. 28 fach.
Fig. 2. Querschnitt durch einen Sämling. K_1 und K_2 die Kotyledonen, 1 und 2 die ersten Laubblätter, Ax. die zu ihnen gehörigen Axillarknospen mit schräg oder transversal gestelltem Vorblatt, 3 der Grund von Laubblatt 3. Vergr. 47 fach.

jaundensis Mildbr., *Tessmannii* Engl., *Staudtii* Engl., *Soyauxiana* Oliv., *flagellata* Stapf, *promissa* Mast., *Preussii* Engl., *bongoensis* Engl. und *Stuhlmannii* Engl. in Fächeln angeordnet, die einzeln oder zu mehreren teils aus den Achseln der Laubblätter, teils aus älterem Holz hervorwachsen. Auch hier sind die Angaben der Autoren über den Blütenstand zumeist sehr allgemein gehalten, nur in den neueren Diagnosen ist er als „cincinnus" bezeichnet worden. Für *A. Goldieana* Hook. f. wird angegeben, daß die Blüten einzeln stehen. Ich konnte an den Herbarexemplaren nichts Sicheres über ihre Stellung ausmachen.

Die Entwicklung von Sämlingen konnte ich an 5 *Aristolochia*-Arten beobachten, deren Samen, vom Botanischen Garten durch Tausch erworben, im vorigen Sommer zur Keimung kamen. Einige von ihnen erhielt ich in dankenswerter Gefälligkeit von Herrn Dr. O. C. Schmidt, auf dessen Veranlassung sie zu andern Zwecken ausgesät waren. — An den Sämlingen von *A. macrophylla* Lamk., *heterophylla* Hemsl. und *brasiliensis* Mart. et Zucc. stehen die Kotyledonen oft nicht genau gegenüber; das 1. Laubblatt fällt dann stets auf die freiere Seite zwischen sie, und erst etwas höher steht das 2. Blatt diesem gegenüber. In anderen Fällen folgen auf die Kotyledonen, mit ihnen gekreuzt, die ersten beiden Laubblätter in fast gleicher Höhe, und erst mit dem in dieselbe Ebene fallenden 3. Blatt beginnt die deutliche zweizeilige Anordnung. Es ist dies ein Verhalten, das schon Lubbock (14, p. 444 u. f.) für *A. caudata* L. und *A. elegans* Mast. angibt. — Bei *A. fimbriata* Cham. stehen die ersten beiden Laubblätter dicht über den Kotyledonen und mit ihnen gekreuzt. Das dritte, durch ein merkliches Internodium getrennt, fällt mit ihm nicht genau in dieselbe Ebene, sondern, den jeweiligen Raumverhältnissen entsprechend, etwas seitlich (vgl. Fig. 2 der Textabb.); es leitet die regelmäßig zweizeilige Stellung ein. In den Achseln der Laubblätter 1 und 2 werden schon sehr frühzeitig Axillarknospen angelegt, an denen das erste Blatt schräg nach hinten (bei 1 in Fig. 2) oder fast transversal (bei 2 in Fig. 2) steht. — Die Sämlinge von *A. indica* L. beginnen meist mit 2 Paaren von Laubblättern, die zu den Kotyledonen und untereinander dekussiert stehen. Auf diese folgen dann 3 bis 4 unregelmäßig spiralig gestellte Blätter, bis erst von dem 7. oder 8. Blatte ab, mit Zunahme der Breite des Blattgrundes, die zweizeilige Anordnung zustande kommt. Auch hier findet man schon in jungen Stadien in den Achseln der ersten Laubblätter Knospen, die, wie es ja für diese Art die Regel ist, transversale Vorblätter besitzen.



28. M. Koernicke: Zur Frage einer Förderung des Pflanzenwachstums durch Elektrizität.

(Aus dem Botan. Institut der Landwirtschaftl. Hochschule, Bonn-Poppelsdorf.)

(Mit 1 Abbildung im Text.)

(Eingegangen am 11. April 1927. Vorgetragen in der Aprilsitzung.)

Die hier kurz geschilderten Versuche wurden zur Entscheidung der Frage angestellt, ob mit Hilfe der Elektrizität eine Förderung des Pflanzenwachstums möglich ist[1]). Die zahlreichen Autoren, die bereits dieser Frage ihre Aufmerksamkeit zugewandt haben, sind bei ihren Versuchen fast durchweg von praktischen Gesichtspunkten ausgegangen: Sie erstrebten eine dem Pflanzenzüchter erwünschte Ertragssteigerung und gingen mit ihrer gewöhnlich wenig exakten Versuchsanstellung den physiologischen Grundlagen der Elektrokultur nicht nach. Oft waren auch die rein landwirtschaftlich interessierten Bearbeiter des Themas nicht mit den notwendigen physikalischen Hilfsmitteln und Vorkenntnissen ausgestattet, die bei der Beschäftigung mit derartigen Fragen unentbehrlich sind.

Wenn es freilich auch unser Wunsch ist, eine praktisch ausnutzbare Ertragssteigerung durch „Elektrokultur" zu erzielen, so schien es doch notwendig, zunächst absolut wissenschaftlich einwandfreie Grundlagen für die rationelle Durchführung entsprechend gerichteter Versuche zu gewinnen. Es galt dabei vor allem, zu untersuchen, in welcher Weise sich die einzelnen Lebensprozesse der Pflanze durch Elektrizitätszufuhr beeinflussen lassen, und welche Art der Elektrizitätszufuhr besonders wirksam ist. Die Zuleitung von Elektrizität läßt sich ja in der verschiedensten Weise bewerkstelligen, wie dies tatsächlich auch bei den von anderen Autoren früher angestellten Versuchen derselben Fragestellung geschehen ist. Die einen (BERTHOLON, INGENHOUSZ, GRANDEAU, WOLLNY und zahlreiche andere) versuchten die atmosphärische Elektrizität auszunutzen und diese den Pflanzen selbst oder dem Boden zuzuführen. Andere Versuchsansteller (BLONDEAU, LÖWENHERZ u. a., ferner wiederum WOLLNY) ließen auf die Pflanzen oder den Boden künstlich erzeugte Elektrizität

1) Die ausführliche Darstellung samt Literaturverzeichnis wird C. LIPPERHEIDE demnächst an anderer Stelle geben.

einwirken, die sie aus galvanischen Elementen oder Akkumulatoren entnahmen. Wieder andere Autoren (LEMSTRÖM u. a.) haben, anknüpfend daran, daß man unter dem Einfluß der Polarlichter und der damit verbundenen dunklen elektrischen Entladungen eine Wachstumsförderung beobachtet haben wollte, zu ihren Versuchen hochgespannte elektrische Ströme verwandt.

Nach einer Reihe von Vorversuchen, in denen wir vor allem die Methoden WOLLNYs (Leitung von Gleich- oder Wechselstrom in den Boden zur Förderung der Samenkeimung) und LEMSTRÖMs (Verwendung hochgespannter Induktionsströme; Versuche, die Transpiration elektro-osmotisch zu fördern) erprobten und uns ein Urteil über die bereits im Handel erhältlichen „Elektrokultivatoren" zu bilden suchten, die den Pflanzen atmosphärische Elektrizität zuführen sollen, kamen wir dazu, die Elektrizität in Form von Ionen, d. h. als künstlich ionisierte Luft anzuwenden.

Die verschiedenen Arbeiten von R. STOPPEL lassen es kaum noch zweifelhaft erscheinen, daß die Ionisation der Atmosphäre die physiologischen Vorgänge der Pflanzen beeinflußt, und daß mit Schwankungen der Luftelektrizität (und damit der Ionisation der Atmosphäre) Schwankungen der Intensität der pflanzlichen Lebensprozesse parallel gehen. Wir konnten durch zahlreiche Versuche bestätigen, daß Beziehungen zwischen den nyktinastischen Bewegungen der Blätter von *Phaseolus multiflorus* und den periodischen Erscheinungen der Luftelektrizität bestehen, ohne daß sich jedoch ein unmittelbarer kausaler Zusammenhang zwischen diesen Vorgängen ergeben hätte.

Jedenfalls schien es vielversprechend, den Wirkungen künstlich erhöhter Luftionisation auf die Lebensprozesse der Pflanzen nachzugehen, zumal frühere Untersuchungen von R. STOPPEL und M. HENRICI eine Förderung der Assimilation und Atmung durch Erhöhung der Luftionisation ergeben hatten.

Die Erhöhung der Ionisation der Luft erreichten wir durch elektrische Funkenentladung hochgespannter Induktionsströme in einer geschlossenen Röhre, aus der die ionisierte Luft nach Entfernung des gleichzeitig gebildeten schädlichen Ozons den Versuchspflanzen zugeleitet wurde. Diese (*Phaseolus multiflorus*) standen in einem großen geschlossenen Glaskasten, so daß sie sich ständig in der öfters erneuerten ionisierten Luft befanden. Die Ionisationsstärke der künstlich ionisierten Luft in dem Vegegationskasten wurde fortdauernd gemessen durch Bestimmung der Entladedauer

eines EXNERschen Elektrometers. Auf Einzelheiten der Versuchsanstellung kann hier der Kürze halber nicht eingegangen werden[1]).

Tatsächlich ergab sich eine beträchtliche Wachstumsförderung der mit ionisierter Luft behandelten Pflanzen gegenüber den unter sonst gleichen Außenbedingungen wachsenden Kontrollpflanzen. Auffällig war es namentlich, daß einzelne Blätter der Versuchspflanzen nicht selten ein viertes Fiederblatt ausbildeten, das in seinem Wachstum den anderen drei Fiederblättern gegenüber nicht zurückblieb (Abb. 1).

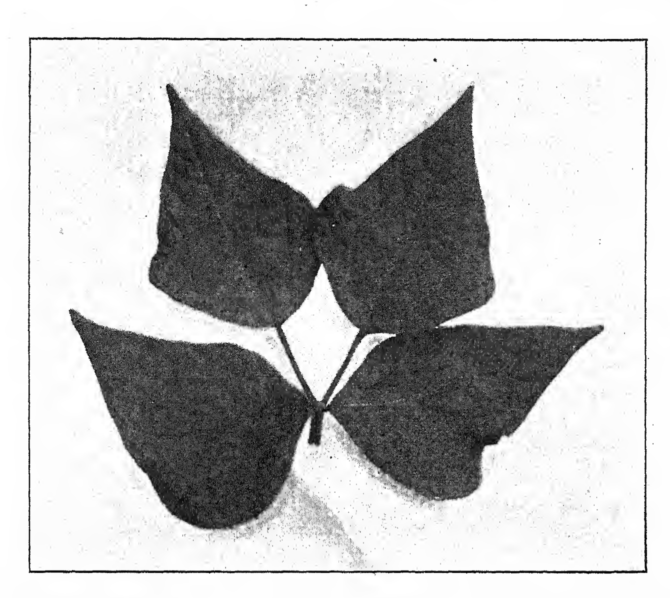


Abb. 1. Vierteiliges Blatt einer *Phaseolus multiflorus*-Pflanze, die in ionisierter Luft gewachsen war. Ca. ½ nat. Gr.

Da es sich darum handelte, herauszufinden, in welcher Weise die einzelnen Lebensvorgänge der Pflanze durch die künstlich ionisierte Luft beeinflußt wurden, stellten wir Messungen der Transpiration und der Produktion der organischen Substanz (C- + N-Assimilation) an.

Die Transpiration wurde mittels Transpirationswage gemessen bei Kulturen in VON DER CRONEscher Nährlösung. Aus den zahlreichen Versuchstabellen sei hier nur ein Beispiel angeführt:

---

1) Das Nähere über die Apparatur in der Arbeit C. LIPPERHEIDEs.

Während 5 Tagen verdampfen die Versuchspflanzen im Durchschnitt 1,554 g Wasser, die Kontrollpflanzen 1,299 g Wasser pro qcm der Blattoberfläche. Alle weiteren Versuche lieferten ähnliche Ergebnisse, die in gleichem Sinne zu deuten sind.

Die Versuchspflanzen in künstlich ionisierter Luft transpirieren demnach stärker als die unter normalen Bedingungen wachsenden Kontrollpflanzen.

Zur Bestimmung der Gesamtassimilation (C- + N-Assimilation) wurden außer Messungen der Gesamtblattfläche der Versuchs- und Kontrollpflanzen auch Trockengewichtsbestimmungen durchgeführt.

Beispiel (Bestimmungen der Blattfläche):

35 Kontrollpflanzen hatten eine Gesamtblattfläche von 741,37 qcm,
35 Versuchspflanzen „ „ „ „ 1431,32 qcm.

Behandlungszeit: $3\frac{1}{2}$ Wochen.

Bestimmung des Trockengewichts:

31 Kontrollpflanzen hatten ein Gesamttrockengewicht von 19,057 g,
31 Versuchspflanzen „ „ „ „ 33,655 g.

Bei den mit ionisierter Luft behandelten Pflanzen ist demnach die Gesamtassimilation (C- + N-Assimilation) — und damit das Trockengewicht — wesentlich höher als bei den in einer Luft mit nicht künstlich erhöhter Ionisation kultivierten Pflanzen.

Die stärkere Transpiration und die damit verbundene erhöhte Wasseraufnahme der Wurzeln der Versuchspflanzen ließ vermuten, daß vielleicht auch ihre Nährsalzaufnahme eine größere sei als die der Kontrollpflanzen in nicht künstlich ionisierter Luft. Die Salzaufnahme der Pflanzen aus der Nährlösung wurde gravimetrisch durch Eindampfen von je 100 ccm der Nährlösung bestimmt. Es ließ sich feststellen, daß die in ionisierter Luft wachsenden Pflanzen während der Versuchsdauer (im Mittel 3 Wochen) pro Pflanze durchschnittlich 7 mg Nährsalz mehr aufgenommen hatten als die Kontrollpflanzen.

Der stärkeren Aufnahme von Nährsalzen durch die Versuchspflanzen parallel ging eine stärkere Ausscheidung von Stoffen aus den Wurzeln der Pflanzen in die Nährlösung. Diese wurde beurteilt durch die kolorimetrische Bestimmung der pH-Verschiebung, welche die Nährlösung während des Versuches erfuhr:

pH-Wert der Nährlösung bei Beginn des Versuchs: 7,05,

pH-Wert der Nährlösung nach Beendigung des Versuchs:
bei den Versuchspflanzen 6,5,

pH-Wert der Nährlösung nach Beendigung des Versuchs:
bei den Kontrollpflanzen 6,7.

Die Werte sind Mittelwerte; durchschnittliche Versuchsdauer 3 Wochen. Die mit ionisierter Luft behandelten Pflanzen scheiden also größere Säuremengen aus als die Kontrollpflanzen.

Da neben der größeren Nährsalzaufnahme auch, wie aus den angeführten Werten für die pH-Verschiebung in der Nährlösung hervorgeht, die Ausscheidung der Wurzeln der Versuchspflanzen eine kräftigere ist, als die der Kontrollpflanzen, wird man wohl eine Permeabilitätserhöhung der Epidermiszellen der Wurzeln bei den mit ionisierter Luft behandelten Pflanzen annehmen dürfen. Messungen der Permeabilität der Wurzelepidermis sind bei unseren Versuchen nicht angestellt worden. Jedoch sind Permeabilitätserhöhungen im Zusammenhang mit elektrophysiologischen Vorgängen bereits von einer ganzen Reihe von Autoren beobachtet worden (vgl. STERN S. 42). Zudem werden augenblicklich in meinem Institut, unabhängig von den hier beschriebenen Versuchen, quantitative Untersuchungen über den Einfluß elektrischer Ströme auf die Permeabilität von Pflanzenzellen ausgeführt.

Als Ergebnis unserer Untersuchungen läßt sich demnach feststellen, daß es gelungen ist, den exakten Nachweis einer Förderung einzelner physiologischer Prozesse durch Erhöhung der Luftionisation zu erzielen. Die Assimilations- und Transpirationsvorgänge und die Nährsalzaufnahme werden erhöht und damit Wachstum und Trockengewicht der Versuchspflanzen gesteigert. — Inwieweit damit die Möglichkeit zu einer praktischen Auswertung der erzielten Resultate gewonnen ist, läßt sich vorderhand, wo die Apparatur noch zu kompliziert und kostspielig ist, noch nicht übersehen.

Zum Schluß der Ausdruck lebhaftesten Dankes an alle Stellen, welche nach ideeller wie materieller Seite hin unsere Arbeiten unterstützten, vor allen den Physikern der Bonner Hochschulen, BUCHERER, EVERSHEIM, KONEN, VORMFELDE, dem Rheinisch-Westfälischen Elektrizitätswerk, insbesondere dessen Abteilungsvorstand, Herrn Dr. ing. VENT in Essen, der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft in Berlin, der Gesellschaft der Freunde und Förderer der Rhein. Friedrich-Wilhelms-Universität in Bonn,

ganz besonders auch dem preuß. Landwirtschaftsministerium, das in dankenswerter Weise die Errichtung eines für unsere Versuche geeigneten Versuchshauses ermöglichte.

Literaturverzeichnis.

BERTHOLON, De l'électricité des végétaux. Paris 1783.

GRANDEAU, L., De l'influence de l'électricité atmosphérique sur la nutrition, sur la fructification des végétaux et sur la végétation. C. R. Acad. Sc. Paris 1878, Bd. 37, S. 60, 285, 939.

HENRICI, M., Influence de la conductibilité de l'air sur la photosynthèse. Arch. d. sc. phys. et nat. Genève 1921, S. 276.

INGENHOUSZ, J., Lettre à M. MOLITOR au sujet de l'influence de l'électricité atmosphérique sur les végétaux. Journ. d. phys. de l'abbé ROZIER. 1788.

LEMSTRÖM, S., Elektrokultur. Berlin 1902.

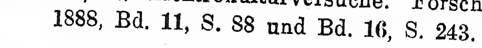
LÖWENHERZ, R., Beschleunigung des Wachstums der Gerste durch Elektrizität. Zeitschr. f. Pflanzenkrankh., 1908, Bd. 18, S. 28, 236.

STERN, K., Elektrophysiologie der Pflanzen. Berlin 1924.

STOPPEL, R., Die Pflanze in ihrer Beziehung zur atmosphärischen Elektrizität. Zeitschrift f. Bot. 1920, Bd. 12, S. 529.

—, —, Die Beziehungen tagesperiodischer Erscheinungen beim Tier und bei der Pflanze zu den tagesperiodischen Intensitätsschwankungen der elektrischen Leitfähigkeit der Atmosphäre. Planta 1926, Bd. 2, S. 356.

WOLLNY, E., Elektrokulturversuche. Forsch. a. d. Geb. der Agrikulturphys. 1888, Bd. 11, S. 88 und Bd. 16, S. 243.



---

29. Gerhard Wetzel: Chromosomenzahlen bei den Fagales.

(Vorläufige Mitteilung.)

(Eingegangen am 14. April 1927. Vorgetragen in der Aprilsitzung.)

Unter der Anleitung von Herrn Prof. G. TISCHLER habe ich im Sommer 1926 mit der Untersuchung der Chromosomenzahlen der Fagales begonnen.

Hinsichtlich der Chromosomenverhältnisse ist bei den Fagales wenig bekannt; Prof. TISCHLER schreibt in seiner „Allgemeinen Pflanzenkaryologie 1921“: „es liegen nur die Angaben von COSENS (1912, S. 357) vor, wonach bei *Quercus coccinea* die diploide Zahl der Chromosomen 8 betragen soll (Wurzelspitze und Kambium der *Dryophanta*-Gallen). Die daraus zu berechnende haploide Zahl von 4 möchte ich vorläufig noch nicht in unsere Liste aufnehmen, bis sie anderweitig verificiert ist.“

Durch die dänischen Forscher C. A. JÖRGENSEN und ANNA HELMS wurden 1921 die Birken des Magle-Moores auf Seeland cytologisch untersucht. Die cytologischen Untersuchungen ergaben bei *Betula verrucosa* 14 Chromosomen haploid, bei *Betula pubescens* 28 Chromosomen haploid.

Ferner hat nach Angabe genannter Autoren „der primäre Bastard“ *Betula verrucosa* × *Betula pubescens* 21 Chromosomen haploid. Ich möchte die Untersuchungen durch cytologische Studien hinsichtlich der Chromosomensätze von *Betula nana* und *Betula humilis* vervollständigen.

In den Monaten August, September und Oktober 1926 fixierte ich im Botanischen Garten Berlin-Dahlem Kätzchen von *Corylus*- und *Alnus*-Arten. Überraschend war das verhältnismäßig frühe Eintreten der Reduktionsteilung in den P. M. Z.; die ersten Reduktionsteilungen beobachtete ich an Material, das anfangs August fixiert wurde.

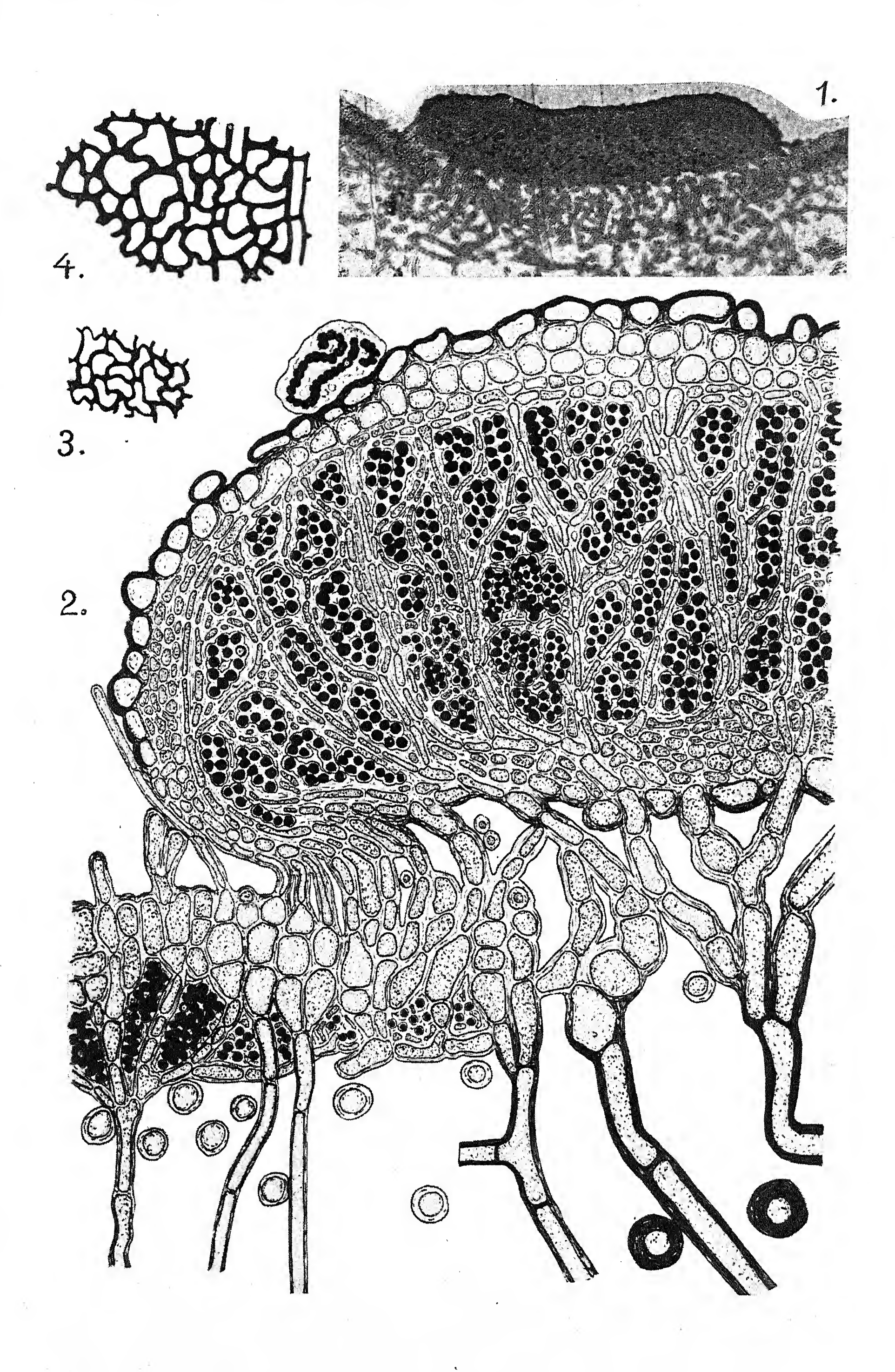
Die Chromosomensätze wurden in den P. M. Z. während der Metaphase der heterotypen Teilung festgestellt bei:

Corylus avellana	11	haploid.
„ *maxima*	11	„
„ *americana*	11	„

Alnus glutinosa	14	haploid.
„ *rubra*	14	„
„ *cordata*	14	„
„ *subcordata*	14	„
„ *japonica*	14	„

Weitere Untersuchungen der Fagales, deren Kätzchen nicht frei überwintern, werden folgen.

Kiel, Botanisches Institut, im April 1927.


1.
4.
3.
2.

Sitzung vom 27. Mai 1927.

Vorsitzender: Herr H. MIEHE.

Der Vorsitzende macht Mitteilung von dem Ableben unseres Mitgliedes, des Herrn

Dr. **C. van Overeem,**

Mykolog. Assistenten am Botanischen Institut in **Buitenzorg,** Java, der am 28. Februar 1927 gestorben ist.

Die Anwesenden erheben sich zu Ehren des Entschlafenen von ihren Plätzen.

Als neue Mitglieder werden vorgeschlagen:

Balde, Hans Th., Apotheker in **Braunschweig,** Heinrichstr. 55 (durch G. GASSNER und H. RABIEN),

Doerfel, Franz, Apotheker in **Braunschweig,** Botanisches Institut, Humboldtstr. 1 (durch G. GASSNER und H. RABIEN),

Hennig, Fräulein **Luise,** Studienlehrerin in **München,** Leopoldstr. 79, III (durch K. v. GOEBEL und E. ESENBECK),

Hopmann, Otto, Apotheker in **Münster i. W.,** Botanisches Institut (durch W. BENECKE und W. MEVIUS),

Langendorff, Johannes, cand. rer. nat. in **Jena,** Botanisches Institut (durch L. BRAUNER und W. DETMER),

Quednow, Klaus, Apotheker in **Braunschweig,** Heinrichstr. 16 (durch G. GASSNER und H. RABIEN),

Reinsch, Dr. **Johannes,** z. Zt. in **Leipzig-Reudnitz,** Hohenzollernstr. 16, I (durch K. v. GOEBEL und K. SUESSENGUTH),

Roberg, Max, Apotheker in **Münster i. W.,** Botanisches Institut (durch W. BENECKE und W. MEVIUS),

Scheibe, Dr. **Arnold,** in **Berlin-Dahlem,** Biologische Reichsanstalt, Königin-Luisestr. 17/19 (durch O. APPEL und H. W. WOLLENWEBER),

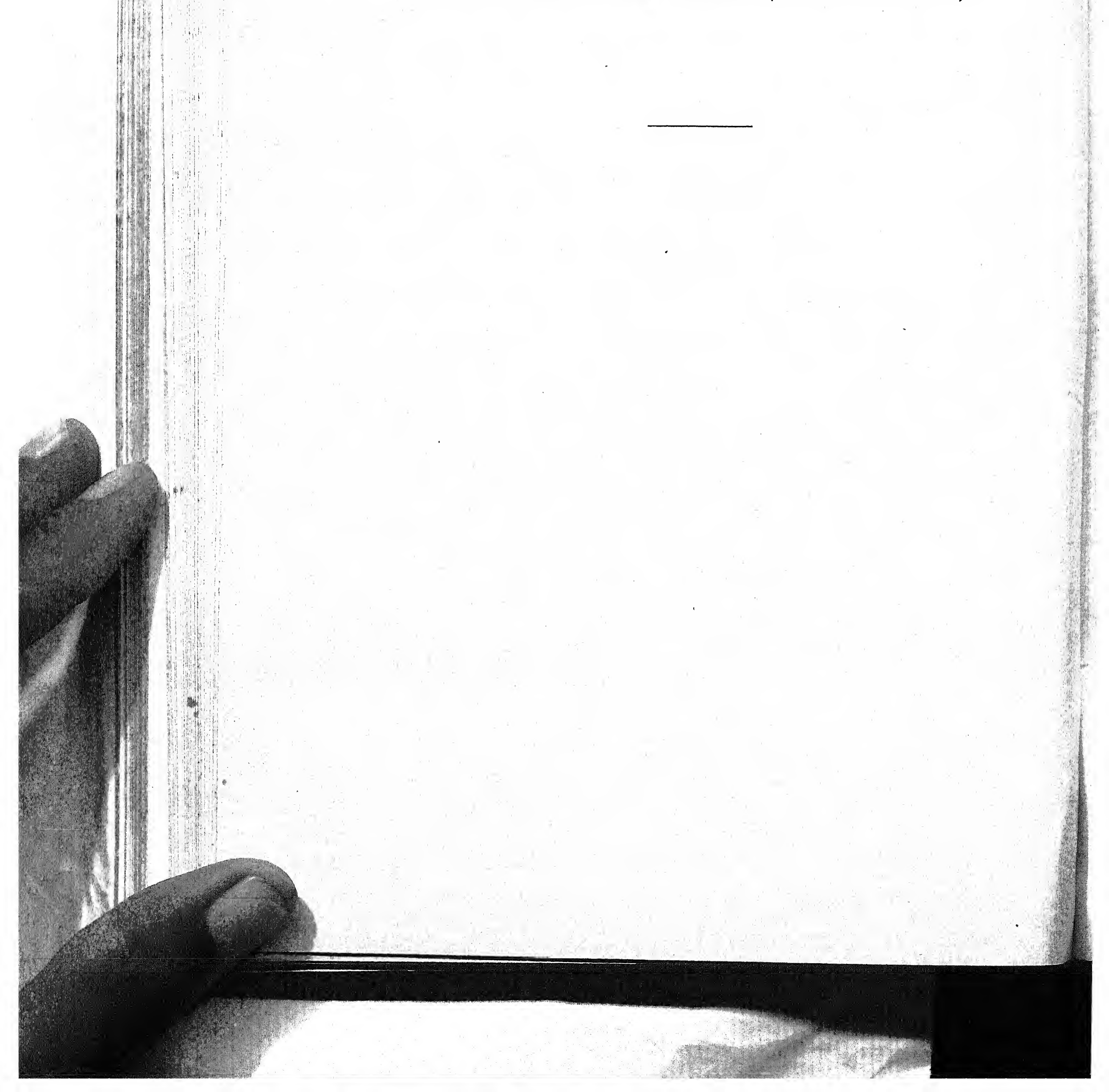
Smirnow, Dr. **Paul,** Assistent der 1. Moskauer Staatsuniversität in **Moskau,** Botanisches Kabinett der Universität, Herzensstr. 6 (durch V. MILLER und K. J. MEYER).

Zu ordentlichen Mitgliedern werden ernannt:

Kudo, Dr. **Yushun**, Professor in **Taihoku** (Formosa),
Middendorff, Dr. **E.**, Assistent in **Braunschweig**,
de Riencourt de Longpré, **Patrice**, in **Charmont-sous-Barbuise**,
Weddige, Dr. **Ludwig**, in **Berlin-Schöneberg**.

Berichtigung: Auf Seite 3 in Heft 1 muß es in der Liste der vorgeschlagenen Mitglieder heißen:

Professor **Smirnov** in **Wladikawkas** (nicht Wladiwostok).



Mitteilungen.

30. D. Fehér: Untersuchungen über den Fruchtabfall einiger Coniferen[1]).

(Aus dem bot. Institut Stockholms Högskola[2]).)
(Mit Tafel IV und 1 Abbildung im Text.)
(Eingegangen am 24. März 1927. Vorgetragen in der Aprilsitzung.)

In meinen im Jahre 1925 veröffentlichten Untersuchungen (XVIII) ist es mir gelungen, den Nachweis zu erbringen, daß bei den untersuchten Laubbäumen (*Carpinus*, *Fagus*, *Ulmus*, *Salix*, *Populus*, *Pirus*, *Fraxinus*, *Tilia*, *Robinia*, *Gleditschia*, *Rosa*, *Prunus*, *Aesculus*, *Acer*, *Quercus*, *Castanea*) die Abtrennung der reifen Früchte durch die Tätigkeit infolge sekundärer Zellteilungen entstandener Trennungsschichten hervorgerufen wird. Die wesentlichsten Resultate dieser Untersuchungen waren die folgenden:

Die Abtrennung erfolgt durch Abrundung und Lösung der Zellwände dieser Schicht.

Das Abwerfen der zusammengesetzten Fruchtstände geht in der Weise vor sich, daß zuerst die Früchte und dann erst die Tragachsen losgelöst werden. Bei zusammengesetzten Fruchtständen kommt es daher oft zur Ausbildung von 2—3 Trennungsschichten.

Bei Früchten, deren Fruchtreife erst im Spätherbst erfolgt, wo daher die Elemente der Gefäßbündel bereits stark verdickt und verholzt sind, kann die Trennungsschicht dieselben nicht mehr abtrennen. Sie bleiben längere Zeit hängen und werden erst durch das Periderm und durch die mechanische Einwirkung des Windes abgetrennt.

Die Trennungsschicht wird gewöhnlich beim Abfall der abgetrennten Organe geteilt, und eine Hälfte bleibt an der Abtrennungsfläche zurück. Die Wundstellen verkorken und verholzen bald und werden durch das neu entwickelte Periderm bald vernarbt.

1) Vorgelegt der III. Abt. d. kön. ung. Akademie der Wissenschaften in der Februarsitzung.

2) Die mikrophotographischen Aufnahmen sind in dem bot. Institut der kön. ung. Hochschule für Berg- und Forstingenieure in Sopron (Ungarn) aufgenommen.

Wie vorauszusehen war, werden die Früchte der Coniferen ebenfalls durch sekundär entstehende Trennungsschichten abgeworfen. Der Vorgang ist jedoch hier etwas einfacher, weil bei den Coniferen zusammengesetzte Fruchtstände, wenigstens im Sinne der Laubhölzer, nicht vorzukommen pflegen.

Die Entnahme des Untersuchungsmaterials erfolgte größtenteils im Oktober 1926, wobei ich dadurch besonders begünstigt wurde, daß durch früh auftretendes Frostwetter die Ausbildung der Trennungsschichten beschleunigt wurde.

Die detaillierten Ergebnisse der Untersuchungen sind die folgenden:

1. *Pinus strobus* u. *P. strobus excelsa.*

(Bergianischer Garten, Stockholm.)

Die Zapfen reifen im Herbst des zweiten Jahres. Sie werden durch normale Trennungsschichten abgetrennt, die sich an den deutlich sichtbaren Abschnürungsstellen entwickeln. Sie nehmen ihren Ursprung aus einem aus parenchymatischen und plasmareichen Zellen bestehenden Gewebe, dessen Zellen ihre Vitalität ständig behalten. Dieses Gewebe besteht in der Regel aus kleinen, runden Zellen und zeigt daher deutlichen Unterschied von dem umgebenden großzelligen Gewebe. Die eigentliche Trennungsschicht wird jedoch erst durch sekundäre Zellteilungen aus diesem Gewebe gebildet. Man kann dabei den Zusammenhang der Trennungsschichte mit dem Phellogen der Rinde deutlich nachweisen. Nach dem Abfall der Früchte tritt gewöhnlich sehr bald, knapp unterhalb der Trennungsschicht, ein Phellogen auf, das dann den Abschluß der Wundstelle, die ja meistens von Harz ohnehin geschützt wird, beschleunigt.

Der abfallende Teil der Achse zeigt starke Verholzung, deren Grenze von der Trennungsschicht vorgezeichnet wird.

So wie bei den Laubbäumen, kommt es auch hier vor, daß die Trennungsschicht die inzwischen stark entwickelten und verholzten Gefäßbündel nicht mehr durchsetzen kann. Für das Vordringen der Trennungsschicht ist nämlich ein organischer Zusammenhang der parenchymatischen Zellen unbedingt erforderlich. Durch die Teilung der letzteren entsteht nämlich einerseits die Trennungsschicht, und anderseits wird die Entwicklung derselben durch reizphysiologische Vorgänge induziert, zu deren Fortpflanzung das Vorhandensein von lebenden Parenchymzellen unbedingt erforderlich ist. Fehlt daher ein Glied der organischen

Kette, oder ist dieselbe nur spärlich vorhanden, so wird die Trennungsschicht überhaupt nicht oder nur sehr schwach entwickelt, so daß die vollständige mechanische Zerreißung der toten Elemente nicht mehr gelingt. Der Zapfen „bleibt hängen“ und wird meistens durch den Wind oder im nächsten Frühjahr durch die fortschreitende Entwicklung des Periderms abgeschnürt und abgeworfen.

Die Tätigkeit des Periderms bezweckt da natürlich nur sekundär die Abtrennung. Seine Hauptfunktion besteht ja in der Vernarbung der nach dem Abfall bloßgestellten Fruchtachsen. Weil aber durch die Korkzellen die hängende Zapfenachse von dem lebenden Gewebe vollkommen abgeschlossen und ihre Verbindungen zerstört werden, wobei der Druck des neu entwickelnden Periderms ebenfalls zur Geltung kommt, so wird durch das Auftreten des Periderms das Abtrennen der Zapfenachsen stark beschleunigt.

2. *Pinus silvestris* u. *P. nigra.*

(Bergianischer Garten, Stockholm.) Siehe Fig. 2.

Zapfenreife im zweiten Herbst. Die Abtrennungslinie wird auch hier durch starke Einschnürung und rundzelliges plasmareiches Parenchym vorgezeichnet. Die Entwicklung der Trennungsschichte erfolgt jedoch erst im zweiten Herbst. Das Hängenbleiben kommt auch bei diesen Arten häufig vor, da die Gefäßbündel der zweijährigen Triebe von der Trennungsschichte gewöhnlich recht schwer durchdrungen und abgeworfen werden können.

Es kommt mitunter auch vor, daß die Trennungsschichten ober- oder unterhalb der Einschnürungsstellen zur Entwicklung kommen. Die abfallenden Achsenteile zeigen starke Verholzung. Sonst wie 1.

3. *Pinus ponderosa.*

(Bergianischer Garten, Stockholm.)

Wie 1.

4. *Picea excelsa.*

(Bergianischer Garten, Stockholm.) Siehe Fig. 4—6.

Die Zapfen reifen im Herbst des ersten Jahres. Sonst ist der Vorgang gleich dem bei 1. beschriebenen.

5. *Picea nigra.*

(Bergianischer Garten, Stockholm.)

Die Trennungsschichten entwickeln sich an den Einschnürungsstellen der einjährigen Zapfenachsen sehr regelmäßig. Die Entwicklung ist gewöhnlich undeutlich. Die abfallenden Teile zeigen starke Verholzung. Sonst wie 1.

6. *Picea alba.*

(Hallands Väderö, Sandhammbucht.) Siehe Fig. 7.

Zapfenabfall im Herbst. Der Entwicklung der Trennungsschicht geht gewöhnlich starke Verholzung des abfallenden Achsenteiles voran. Sonst wie 1.

7. *Larix europaea.*

(Uppsala, Wald auf dem Ås bei dem Hen Sture Denkmal.)
Siehe Fig. 3.

Zapfenreife im ersten Herbst. Der allgemeine Vorgang ist wie bei 1.

Die Zapfen bleiben sehr oft auf den Ästen. Die Erklärung dieses Umstandes liegt in der verhältnismäßig starken Entwicklung der Gefäßbündel sowie in der starken Verholzung der Elemente derselben. Man kann daher oft die gleichzeitige Entwicklung von 2—3 Trennungsschichten, die jedoch alle inaktiv bleiben, beobachten.

8. *Tsuga canadensis* u. *T. Mertensiana.*

(Bergianischer Garten, Stockholm.) Siehe Fig. 1.

Die Achsen der im ersten Herbst abfallenden Zapfen zeigen an dem Niveau der Trennungsschichten keine starke Einschnürung, und es wird auch die Stelle der Trennungsschichte nicht so scharf durch ein kleinzelliges Parenchym vorgezeichnet, wie dies bei den vorigen Arten der Fall ist. Besonders gut kann man auch da den Zusammenhang der Trennungsschichte mit dem Phellogen der Rinde beobachten.

9. *Abies Veitchii.*

(Bot. Garten der forstl. Hochschule in Stockholm.)
Siehe Fig. 8—9 und Textabb.

Zapfenreife im Herbst des 1. Jahres. Zuerst erfolgt der Abfall der Zapfenschuppen, die von Trennungsschichten abgetrennt werden. An den Trennungsflächen entwickeln sich eigenartige Schlauchzellen.

Das Abwerfen der Zapfenachse erfolgt erst später ebenfalls durch sekundär entstehende Trennungsschichten.

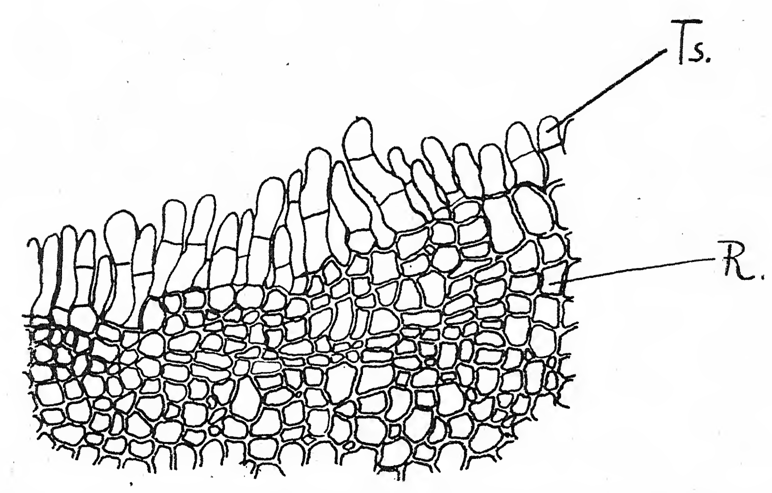
10. *Abies alba.*

(Bot. Garten der Hochschule f. Berg- und Forstingenieure in Sopron.)
Vorgang wie bei 9.

11. *Biota orientalis.*

(Bergianischer Garten, Stockholm.)

Die Achsen der reifen Früchte zeigen bis zu der Abschnürungsstelle starke Verholzung. Das Abwerfen erfolgt teils mechanisch,



Textabb. *Abies Veitchii.* Schlauchzellen nach dem Abfall der Zapfenschuppe. Gezeichnet mit dem Projektionsapparat REICHERT. Okular ZEISS 4. Objektiv ZEISS 8 ap. Vergrößerung ca. 500×. Ts = Trennungsschicht, R = primäre Rinde der Zapfenachse.

weil die toten und stark verholzten Gewebeteile sich von dem lebenden Gewebe der Achse sehr leicht loslösen, teils durch das Auftreten von Trennungsschichten. Diese bleiben jedoch sehr häufig inaktiv. Letzterer Umstand erklärt das oft massenhafte „Hängenbleiben" der Früchte.

Zusammenfassung der Resultate.

1. Die Untersuchung des Fruchtabfalles bei *Pinus silvestris, Pinus nigra, Pinus strobus, Pinus strobus excelsa, Pinus ponderosa, Larix europaea, Picea excelsa, Picea alba, Picea nigra, Tsuga canadensis, Tsuga Mertensiana* und *Biota orientalis* hat überein-

stimmend mit den früheren bei den Laubhölzern gewonnenen Resultaten gezeigt, daß der Abfall der Früchte resp. Zapfen durch das Auftreten sekundär aus lebenden Zellen entstehender Trennungsschichten hervorgerufen wird.

2. Bei *Abies Veitchii* und *Abies alba* erfolgt zunächst die Abschnürung der Zapfenschuppen mittels sekundärer Trennungsschichten, wobei oft eigenartige Schlauchzellen gebildet werden, worauf die stark verholzten Zapfenachsen abgetrennt werden.

3. Bei Fruchtachsen, welche stark verholzen, kommt es ähnlich wie bei den Laubhölzern oft vor, daß die Trennungsschichten die verholzten Achsenteile nur unvollständig durchsetzen und infolgedessen meistens inaktiv bleiben. In diesen Fällen werden dann die Früchte teils durch den Wind abgerissen, teils im nächsten Frühjahr durch die Tätigkeit des Periderms abgetrennt.

4. Die Trennungsschichten weisen immer einen deutlich nachweisbaren Anschluß an das Phellogen auf.

5. Wie diese Resultate in Übereinstimmung mit den bei den Laubhölzern gewonnenen Resultaten beweisen, sind wir berechtigt anzunehmen, daß die Abtrennung der Früchte der Holzpflanzen im allgemeinen durch das Auftreten von sekundären Trennungsschichten hervorgerufen wird.

Es gereicht mir zur besonderen Ehre, Herrn Prof. ROSENBERG für die gütige Überlassung der Arbeitsstelle und Herrn SÖDERBERG von dem Bergianischen Garten für die Bereitstellung des Untersuchungsmaterials meinen besten Dank auszusprechen.

Literatur.

1. MOHL, Bot. Ztg. 18, 1860, p. 1, 9, 27.
2. WIESNER, Sitzungsberichte d. Wiener Akad. d. Wiss. 1871, I.
3. LÖWI, Sitzungsberichte d. Wiener Akad. d. Wiss. CXVI, I
4. MOLISCH, Sitzungsberichte d. Wiener Akad. d. Wiss. 1886, I.
5. BRETFELD, PRINGSHEIMS Jahrbücher 1880, p. 133.
6. GUIGNARD, Bull. Soc. Bot. France, T. XXIX, p. 312.
7. VAN THIEGEN, Traité de Botanique, p. 850, Paris 1884.
8. HÖHNEL, Mitteilungen des forstl. Versuchsw. Österreichs, Bd. I, II.
9. KUBART, Sitzungsber. d. W. Akad., CXV, I.
10. MÜLLER-THURGAU, SORAUER, Handbuch der Pflanzenkrankheiten, 1922.
11. SORAUER, Journal Coll. Agric. Hokkaido, Univ. 1922, ref. Bot. Cblatt. 145.
12. NAMIKAWA, Ber. d. D. Pharmac. Ges. Bd. 32, p. 176–208, ref. Bot. Cblatt. 144.
13. VRGOČ, vgl. KÜSTER, Path. Pflanzenanatomie, 1926, p. 104 u. 107.
14. HANNIG, Zeitschrift f. Botanik 5, p. 417.

15. LLOYD, Trans. Roy. Soc. Canada, 10, 55.
16. KENDALL, University of California Publications 5, p. 347.
17. MÜHLDORF, Beih. zum Bot. Centralblatt 42, p. 1.
18. Ber. d. D. Bot. Ges. 43, p. 52.
19. FEHÉR u. SZILVÁSI, Zeitschrift für wissenschaftliche Mikroskopie, Band 42, 1925, S. 166—169.

Figurenerklärung zu Tafel IV.

Die Schnitte sind aus in Alkohol + Glycerin gehärtetem Material mit dem Mikrotom geschnitten und mit Spirsil gefärbt (XIX).

Fig. 1. *Tsuga canadensis.* Der dunkle Teil ist die stärker gefärbte verholzte Zapfenachse. — Aufnahme: Phoku. Okular L. mit ZEISS Achr. a. Vergrößerung ca. 112×.

Fig. 2. *Pinus silvestris.* Abfall des Zapfens von *Pinus silvestris.* Sonst wie 1.

Fig. 3. *Larix europaea.* Man kann deutlich die Entwicklung von 3 Trennungsschichten beobachten. Sonst wie 1.

Fig. 4. *Picea excelsa.* Wie 1.

Fig. 5. *Picea excelsa.* Wie 1.

Fig. 6. *Picea excelsa.* Wie 1.

Fig. 7. *Picea alba.* Wie 1.

Fig. 8. *Abies Veitchii.* Wie 1.

Fig 9. *Abies Veitchii.* Wie 1. Abtrennung der Zapfenschuppe.

---

31. Richard Falck: Über die Größen, Fallgeschwindigkeiten und Schwebewerte der Pilzsporen und ihre Gruppierung mit Bezug auf die zu ihrer Verbreitung nötigen Temperaturströmungs-Geschwindigkeiten.

(Aus dem Mykologischen Institut der forstlichen Hochschule Hann.-Münden.)

(Eingegangen am 25. März 1927. Vorgetragen in der Aprilsitzung.)

1. Über die Wertung von Askus und Basidie auf Grund ihrer Funktionen für die Sporenverbreitung bei den Pilzen.

In meinen Arbeiten über Sporenbildung, Sporenwurf und Sporenverbreitung bei den Basidiomyceten habe ich nachgewiesen, daß die Basidien durch bestimmte physiologische und biologische Charaktere ausgezeichnet sind, die sie als „Fallsporenträger“ kennzeichnen: Sie werden in bestimmter räumlicher Orientierung ausgebildet und mit einem bestimmten Maß potentieller und kinetischer Energie ausgestattet[1]). Bei den höheren Basidiomyceten kommt noch hinzu, daß sie in bestimmter räumlicher Ordnung gebildet werden und in gesetzmäßiger Folge reifen.

Diese räumliche Orientierung der Basidien vollziehen bei den höher organisierten Früchten diageotropisch eingestellte Fruchtkörperplatten und die an ihrer Unterseite inserierten, durch positiven Geotropismus gerichteten Hymenophore in der Art, daß die um Sterigmenlängen verlängerten Basidienscheitel stets einem zumeist seitlich gelegenen, freien Fallraum überlagert sind[1]).

Die potentielle Energie der Basidienspore ist durch diese Lagerung oberhalb eines freien Fallraumes von genügender Höhe gegeben. Die hierzu notwendige Erhöhung des Hymenials wird bei den radiär gebauten Hutformen durch die Stielbildung, im

---

1) Die Sporenverbreitung der Basidiomyceten und der biologische Wert der Basidie. COHNs Beiträge zur Biologie der Pflanzen. 9, I. 1904 (Breslau I. U. KERNs Verlag).

Über die Physiologie der Basidien-Fruktifikation im 4. Abschnitt der „Lenzitesfäule des Coniferenholzes“, 3. Heft der Hausschwammforschungen (G. FISCHER, Jena 1909):

Kap. II. Die gesetzmäßigen Einflüsse von Zeit, Temperatur und Volum im Bildungsprozeß der Basidiensporen.

Kap. III. Über die Funktion der Basidie für den Vorgang der Sporenverbreitung.

übrigen durch die genannte räumliche Orientierung besonderer Fruchtplatten am überhöht liegenden Substrat bewirkt.

Die kinetische Energie wird den Sporen im Moment ihrer Loslösung zuteil, indem in der Basidie mit dem Abschluß der Sporenreifung ein osmotischer Überdruck entsteht, der bei den Antobasidien an den vier Sterigmenspitzen in der Regel gleichzeitig, bei den Protobasidien für jede Spore gesondert zur Wirkung kommt und ein Abstoßen der Sporen in der Sterigmenrichtung zur Folge hat. Das Maß von Bewegungsenergie, das jeder einzelnen Spore auf diesem Wege erteilt wird, ist nur ein geringes und so bemessen, daß es dazu ausreicht, die Sporen aus dem Berührungsbereich der Hymenialoberfläche heraus dem freien Fallraum zuzuführen.

Erheblicher ist das Maß von potentieller Energie, das jede Basidienspore mit sich bringt. Es ist bestimmt durch die Höhe des freien Fallraums, oberhalb dessen ihre vereinzelte Ausbildung frei in der Luft erfolgte.

Durch diese besonderen Charaktere: die genannte räumliche Orientierung und vor allem durch den Besitz bestimmter Mengen der beiden genannten Energieformen ist die Basidie scharf vom Conidienträger unterschieden. Die Fallsporenträgerpilze sind dadurch aber auch grundsätzlich abgetrennt von denjenigen Basidiomyceten, deren vermeintliche Basidien diese Werte nicht besitzen.

Diesen inneren Werten der Basidie entspricht ihr gestaltlicher Charakter. Dieser ist zuerst von BREFELD aus dem Vergleich der Formgestaltung der Basidien mit den übrigen sporenabschnürenden Organen, den Conidienträgern, dadurch unterschieden worden, daß ihre Formgestaltung und Größe auch in bezug auf die Zahl der an ihnen gebildeten Sporen und den Ort ihres Entstehens eine bestimmte geworden ist. Dasselbe kann auch für die Form und Größenbildung der Basidiensporen gelten. Die Bestimmtheit, d. h. die Konstanz von Form, Größe und Ordnung, ist natürlich keine absolute; ich habe dafür den Begriff der „fixierten" Größe eingeführt[1]).

Es ist leicht einzusehen, daß diese gestaltlichen Charaktere der Basidie mit den physiologischen eng zusammenhängen, und daß beide aufeinander bezogen werden müssen. Schon die Präzision im Ablauf ihrer Funktionen bedingt die fixierte Gestalt, Größe und Ordnung (in bezug auf Bildungsart, Bildungsort und Bildungs-

1) These von der fixierten Größe des Sporen-Volums, im 6. Heft der Hausschwammforschungen, Meruliusfäule, I. Teil, S. 32.

folge) der basidialen Organe, wie etwa die Funktion einer kompliziert gebauten Maschine von der genau gearbeiteten Form, Größe und Lagerung ihrer Teile abhängt.

In ebenso naher Beziehung stehen die physiologischen Charaktere andererseits zu der biologischen Wertung der Basidie. Diese geht im wesentlichen dahin, die Sporen in der Art räumlich zu orientieren und mit Energien auszustatten, daß jede Spore vereinzelt den großen atmosphärischen Luftraum erreichen und ihre Verbreitungsfähigkeit damit sichern kann.

Der Sporenwurf der Basidiomycetenfrüchte erfolgt in kontinuierlicher Folge unabhängig von äußeren Einflüssen: er ist als letzter Akt des Reifungsprozesses in den selbstregulatorischen Entwicklungsgang der Fruchtbildung einbezogen.

In einer Arbeit über die Luftinfektion des Mutterkorns und die Verbreitung pflanzlicher Infektionskrankheiten durch Temperaturströmungen[1]) ist sodann die Sporenbildung, der Sporenwurf und die Sporenverbreitung bei den Pyrenomyceten an dem Beispiel von *Claviceps purpurea* und einer *Nectria*-Art kurz klargestellt und gezeigt worden, daß auch bei dieser Gruppe die Asken und ihre Sporen in bestimmter räumlicher Orientierung gebildet werden, und daß sich die Sporen- und Askenreifung und der Sporenwurf in gesetzmäßiger Ordnung (Askenordnung) und kontinuierlicher Folge (Askenfolge) vollziehen. Diese Ordnung und Folge ist eine so präzise, daß in dem Perithecium ein Askus nach dem anderen zur Reife und zur Entleerung gelangt[2]), also Spore um Spore in nahezu gleichbleibenden Zeitintervallen kontinuierlich in den Luftraum geworfen wird. Die gestielte Köpfchenfrucht von *Claviceps* kann also ohne jede äußere Reizeinwirkung in geregelter Folge soviele Sporen gleichzeitig zur Entleerung bringen, als reife Perithecien in ihr enthalten sind, während im einzelnen Perithecium selbst nur ein Askus — der nächstälteste oder nächstreifste — je eine Spore gleichzeitig auswirft.

In den gestielten Hypocreaceenfrüchten erreichen die Ascomyceten in funktioneller Hinsicht die Organisationshöhe einer

1) Über die Luftinfektion des Mutterkorns und die Verbreitung pflanzlicher Infektionskrankheiten durch Temperaturströmungen. Festschrift 1911, Heft 3 der Ztschr. für Forst- und Jagdwesen. Darin zuerst entwickelt die Begriffe: a) Askenordnung, Askenorientierung, Askengleichheit, Konstanz der Sporenzahl, Sporenordnung, Konstanz von Sporenform und Sporengröße. S. 79. b) Aktive und inaktive Askomyceten. S. 82.

2) Solange keine Verstopfung oder Austrocknung eintritt, welche den normalen Ablauf der Sporenentleerung unterbricht.

Basidienfrucht, nur daß sie die Sporen nicht aus einer überhöhten Lage fallen lassen, sondern nach oben oder nach der Seite hin direkt in den freien Luftraum bzw. in Strömungen hineinwerfen, die sie in diesen einführen.

Zu diesem Zweck versieht der Askus, ebenso wie die Basidie, seine Sporen mit einem bestimmten Maß von kinetischer und potentieller Energie, doch überwiegt hier die erstere, die Wurfenergie, also umgekehrt wie bei den Basidiomyceten. Wie die Basidie von dem oft zum Verwechseln ähnlich gestalteten Konidienträger, so ist der Askus vom ähnlich gestalteten Sporangium durch die genannten inneren Werte scharf unterschieden.

Den morphologischen Charakter des Askus hat ebenfalls BREFELD auf Grund seiner vergleichenden Studien richtig wie folgt gekennzeichnet: „Der Askus ist dem Sporangium gegenüber nach Form, Größe und Sporenzahl konstant; er hat diese Bestimmtheit von Form, Größe und Bildungsart auch für die Sporen angenommen". Aus den obigen Darlegungen ist klar ersichtlich, daß diese gestaltlichen und physiologischen Charaktere aufeinander bezogen werden müssen.

Andererseits steht der physiologische Charakter mit dem biologischen Wert des Askus als Sporenverbreitungsorgan in engster Kausalbeziehung[1]).

Bei der physiologischen und biologischen Vergleichung von Asken und Basidien ist zu berücksichtigen, daß die Basidie ihre Sporen nur eine sehr kurze Strecke weit aktiv fortschleudert, in der Regel nicht so hoch, daß sie von den die Oberfläche fester Körper bestreichenden Luftströmungen erfaßt und verbreitet werden können. Daher werden physiologisch normal gestellte Basidien immer nur an den Unterseiten und Seitenflächen fester Körper, sei es auf den Substraten selbst oder an selbst gebildeten Trägern erzeugt und so hoch gelagert, daß sie beim Abfallen in einen genügend hohen Fallraum und von hier durch Temperaturströmung in den freien Luftraum gelangen. Ganz im Gegensatz hierzu entstehen die Hymenien der Ascomyceten stets auf der Oberseite fester Körper. Asken und Basidien haben deshalb je einen besonderen räumlichen Bildungsbereich. Der erstere umfaßt alle räumlichen Orientierungen, die bei senkrechter Stellung zum Substrat

---

1) Das System dieser Beziehungen wird in den Mykologischen Untersuchungen und Berichten weiter ausgebaut werden.

auf der oberen Hälfte seines Körpers möglich sind, während die nach unten gerichtete Hälfte das Bereich der Basidienbildung darstellt.

Denkt man sich eine Kugel durch eine parallel zur Erdoberfläche gerichtete Ebene in zwei gleiche Teile zerlegt, so entspricht der Verlauf aller auf der unteren Halbkugel denkbaren Radien den Orientierungsrichtungen der aktiven Basidie, während die räumliche Orientierung des aktiven Askus, den ich als „Wurfsporenschlauch" bezeichnet habe, dem Verlauf der Radien in der oberen Halbkugel entspricht.

Hiermit steht es im Zusammenhang, daß die Asken ihre Sporen so weit in den Luftraum hinauswerfen, daß sie hier schon direkt von Temperatur- und Wind-Strömungen erfaßt und fortgeführt werden können. Wo aber der Askus die Sporen nur eine verhältnismäßig kurze Strecke hinausschleudert, ist hier immer noch in anderer Weise Vorsorge getroffen, daß sie in Luftströmungen von genügender Intensität hineingelangen. So werden die in den Höhlungen und Kammern der radiosensiblen Typen gebildeten Sporen nur geworfen, wenn durch die Bestrahlung für Temperaturströmungen von genügender Intensität gesorgt ist. Es entstehen dann in den Kammern nach außenhin gerichtete Strömungen, in welche die Sporen hineingeworfen werden und welche kräftig genug sind, sie aus ihrer primären Wurfrichtung abzulenken und mit sich zu führen. Ähnliche Strömungen entstehen bei vielen größeren Polyporeen mit eigener Wärme- und Luftstrombildung in den Porenkanälen.

In der Arbeit über die radiosensiblen Ascomyceten im I. Band, 2. Heft, der Mykologischen Untersuchungen und Berichte habe ich zeigen können, daß bei den höchstorganisierten Formen der Discomyceten-Reihe (der Mehrzahl der Helvellaceen) die Licht- und Wärmestrahlung als auslösender Reiz einwirkt und daß wurfreife Asken sich im ungereizten Hymenium anhäufen, bis die Reizung einsetzt. Bleiben reife Früchte längere Zeit ungereizt, dann werden aus diesem Grunde bei Eintritt der Reizwirkung viele Asken auf einmal entleert und die Früchte „stäuben", während der Sporenwurf bei fortdauernder Reizung auch unsichtbar erfolgt, weil nur soviele Asken auf einmal entleert werden, als in der gesetzmäßigen Folge des Askenbildungsprozesses zur Wurfreife gelangen, wie bei den aus diesem Grunde ebenfalls unsichtbar stäubenden Basidiomyceen und Pyrenomyceten im allgemeinen. Auch bei den Pyrenomyceten ist der Sporenwurf in den Reifungs-

prozeß automatisch mit einbezogen und erfolgt daher unabhängig von äußeren Einflüssen, bis der letzte Askus die Sporen entleert hat.

Die radiosensiblen Helvellacen umfassen nur eine verhältnismäßig eng begrenzte Formenreihe der höchstentwickelten Ascomyceten, nämlich die Gattungen Morchella, Gyromitra und einige Helvellaarten, die bei einer auf physiologischer Grundlage durchgeführten Systematik der Pilze als die Gruppe der „radiosensiblen Discomyceten" zusammenzufasssen wären.

In dem gleichen Sinne ist die Einstellung der taktiosensiblen Formenreihe zu verstehen, in welcher der Sporenwurf erst erfolgt, wenn Luftströmungen die hymeniale Oberfläche der Askenfrucht bestrichen und durch die Berührung derselben einen Reiz ausgeübt haben, der die Askenentleerung zur Folge hat. Im übrigen verweise ich auf die Darstellung dieser Beziehungen im 1. Band, 3. Heft der Mykologischen Untersuchungen und Berichte (A.-G. für Druck und Verlag, Cassel 1923).

Schon in der erstzitierten Arbeit (1904) wurde erstmalig von mir nachgewiesen, daß es feinste, für unser Gefühl nicht mehr wahrnehmbare Luftströmungen sind, die den Transport der aus dem Hymenial „fallenden" Sporen (oft auch schon im Hymenial selbst) übernehmen. Diese Luftströmungen haben sehr geringe, mit Meßinstrumenten nicht bestimmbare Geschwindigkeiten, die durch Temperaturdifferenzen zwischen den festen Körpern und den umgebenden Luftschichten bedingt werden. Ich habe sie im Gegensatz zu Luftzug und Wind als „Temperaturströmungen" bezeichnet und als erster nachgewiesen, daß sie in geschlossenen, gegen jede äußere Luftströmungen isolierten Räumen zur vollkommenen Verbreitung und Verteilung aller Arten von vereinzelt in der Luft schwebenden Teilchen in der Größe der Basidien und Askensporen ausreichen.

Ferner wurde abgeleitet, daß, je weiter das Sporengewicht im Verhältnis zur Sporenoberfläche herabsinkt, desto feinere Strömungen (mit neuem, geringer werdendem Geschwindigkeitswert) zum Sporentransport ausreichend sind.

Sekundär übernehmen dann erst Wind, Luftzug und Temperaturströmung die weitere Verbreitung im Luftraum. Dabei ist zu bemerken, daß die Temperaturströmungen im allgemeinen von unten nach oben, also in mehr oder weniger vertikalen, die Windströmungen in transversalen Richtungen verlaufen und dementsprechend die Sporen transportieren und verbreiten. Die Temperaturströmungen übernehmen dabei also, insoweit sie nicht

ausschließlich an der Verbreitung beteiligt sind, wie etwa bei den kleinsten (oft fadenförmigen) Sporen, den Transport aus dem Bereich des Hymenials und den zwischen dem Substrat, dem Hymenium und der Erdoberfläche befindlichen luftzugfreien Luftschichten bis in die Region der freien Luftzug- und Windströmungen.

In der genannten Arbeit über die Luftinfektion des Mutterkorns[1]) habe ich sodann die Grenzgrößen und die Mittelwerte der im Bereich der Fadenpilze vorkommenden Sporenformen, soweit sie durch Luftströmungen verbreitet werden, festgestellt und ihre Volumina, Oberflächen und Gewichte berechnet, um zu zeigen, wie die Werte der Oberflächen im Verhältnis zu den Volumina und den Gewichten mit zunehmender Kleinheit stark ansteigen und schon bei den kleinen Sporen zahlenmäßig darüber hinauswachsen. Da die Oberflächen das Maß der Reibung in der Luft bestimmen, soll die in dieser Arbeit gebrachte Tabelle: „Grenzgrößen und Mittelwerte der Durchmesser, Volumina, Oberflächen und Gewichte der Sporen höherer Pilze“ auf die Erkenntnis hinführen, wie diese Reibungsgrößen die Verbreitung der Pilzsporen entscheidend beeinflussen. Auch auf die Beziehung dieser Größen zu den in der Natur gegebenen Luftströmungen wurde bereits hingewiesen.

2. Die Fallgeschwindigkeit runder Pilzsporen[2]).

Bei Pilzsporen haben wir es mit kleinen Körpern zu tun, die eine im Verhältnis zu ihrem Gewicht so große Oberfläche haben, daß sie in der Luft infolge der Reibung sogen. schleichende oder laminare Bewegungen (man spricht von laminarer Bewegung, solange keine Wirbelbildung [Turbulenz] auftritt) ausführen. Für diese Bewegungen gilt nach STOKES und KIRCHHOFF bei kugelförmigen Teilchen ein Widerstandsgesetz, nach dem

$$\text{(I)}\quad R = 6\,\pi \cdot \varrho \cdot r \cdot v \text{ ist}^{3)}.$$

1) l. c. Eine anschließende Arbeit über die Bekämpfung und die Kultur des Mutterkorns im Roggenfelde ist in der Pharm. Ztg. 1922, 73—79 erschienen.

2) Den Herren Studierenden GEORG SCHWANZ und WERNER KROEBEL, die mir bei den Berechnungen behilflich waren, möchte ich auch hier meinen Dank aussprechen.

3) Die Formel gilt nur für Teilchen kugeliger Gestalt, deren Durchmesser groß gegen die mittlere freie Weglänge der Moleküle des reibenden Mediums ist. Da in der Luft die mittlere freie Weglänge 0,1 μ beträgt und die Sporen in der Größe 1,5—10 μ sind, so ist diese Bedingung mit genügender Genauigkeit erfüllt.

Hierin bedeutet R den Widerstand, den ein solches Teilchen in der Luft erfährt, ϱ den inneren Reibungskoeffizienten der Luft, v die Geschwindigkeit des Teilchens und r seinen Radius.

Wirkt nun auf ein Teilchen, für das das STOKESsche Gesetz gilt, die Schwerkraft ein, dann erfährt das Teilchen solange eine beschleunigte Bewegung, bis das Gewicht P des Teilchens der Reibung R nach Gleichung I mit wachsender Geschwindigkeit gleich wird. Die Geschwindigkeit v, die das Teilchen annimmt, wenn P=R, läßt sich berechnen; denn es ist unter Vernachlässigung des Auftriebes in Luft

$$\text{(II)}\quad P = \tfrac{4}{3}\pi \cdot r^3 \cdot s \cdot g;$$

$$\text{(III)}\quad \tfrac{4}{3}\pi \cdot r^3 \cdot s \cdot g = 6\pi \cdot \varrho \cdot r \cdot v;$$

$$\text{(IV)}\quad v = \frac{2s \cdot g \cdot r^2}{9\varrho};$$

(r = Radius, g = Erdbeschleunigung, s = spez. Gewicht).
Nach Einsetzen der entsprechenden Werte für s, g und ϱ ergibt sich hieraus (IV)

$$\text{(V)}\quad v = 144 \cdot 10^{-4} \cdot r^2 \frac{\text{cm}}{\text{sec}}$$ [1]);

Die Berechnung zeigt, daß die Fallgeschwindigkeit der Sporen im Wesentlichen von der jeweiligen Größe des Radius abhängt, da alle übrigen Größen konstante sind. Der Radius ist bei kugeliger Gestalt der kürzeste Ausdruck der Sporengröße. Damit ist die Fallgeschwindigkeit als eine durch die Sporengröße bestimmte Zahl und der für meine Untersuchungsrichtung grundlegende Satz abgeleitet: *In der Fallgeschwindigkeit ist der physiologische Sporenwert gegeben, der dem gestaltlichen Wert der Sporengröße entspricht.* Beide Größen sind, wie die obige Ableitung beweist, kausal bedingt.

3. Die Fallgeschwindigkeit ellipsoider Pilzsporen.

Bei einer großen Zahl von Pilzsporen haben wir es nun mit Teilchen zu tun, die annähernd ellipsoide Form haben. Es ist daher nötig zu prüfen, nach welchem Gesetz die Fallgeschwindigkeit kleiner Teilchen ellipsoider Form von denen kugeliger Form abweicht.

Zu diesem Zweck wurde die Fallgeschwindigkeit von Ellipsoiden in Abhängigkeit vom Achsenverhältnis bei gleichem Volumen

1) r in μ ausgedrückt.

empirisch bestimmt. Zur Bestimmung wurde folgende Versuchsanordnung benutzt:

In einem Glasgefäß mit zähem Sirup wurde die Zeit beobachtet, die Wachskügelchen von verschiedener Größe brauchten, um in dem Sirup hochzusteigen. Dann wurden die Kügelchen in Ellipsoide von verschiedenem Achsenverhältnis umgeformt und wiederum die Aufstieggeschwindigkeit beobachtet.

Es zeigte sich, daß die Fallgeschwindigkeit der dritten Wurzel des Achsenverhältnisses umgekehrt proportional ist bei Teilchen von gleichem Volumen[1]). Das heißt, es ist, wenn v_k die Fallgeschwindigkeit von Teilchen kugeliger Gestalt, v_e die von Teilchen ellipsoider Gestalt bei gleichem Volumen bedeutet,

$$v_e = \frac{v_k}{\sqrt[3]{\frac{a}{b}}} \text{ nach Gl. IV;}$$

$$\text{(VI)} \quad v_e = \frac{2 \cdot s \cdot g}{9 \cdot \varrho \sqrt[3]{\frac{a}{b}}} \cdot r^2;$$

r ergibt sich aus $Vol_k = \frac{4}{3} \pi \cdot r^3$, $Vol_e = \frac{4}{3} \pi \cdot a \cdot b^2$,

da $Vol_k = Vol_e$ und somit $r = \sqrt[3]{a \cdot b^2}$. Daher ist:

$$\text{(VII)} \quad v_e = \frac{2 \cdot s \cdot g}{9 \cdot \varrho} \cdot \sqrt[3]{a} \cdot b \sqrt[3]{b^2}.$$

Diese Berechnungen zeigen, daß die Fallgeschwindigkeit ellipsoider Pilzsporen von der Größe der beiden Achsen abhängt, welche das Ellipsoid bestimmen. Damit ist der Beweis erbracht, daß hier ebenfalls die Fallgeschwindigkeit als physiologischer Wert dem Größenmaß der Achsen entspricht,

1) Die STOKESsche Formel ist unter der Voraussetzung abgeleitet, daß das reibende Medium ein Kontinuum ist, das heißt, daß die mittlere freie Weglänge der Moleküle groß gegen den Durchmesser der Teilchen ist. Diese Bedingung ist bei den Sporen in Luft erfüllt ebenso wie bei in Sirup aufsteigenden Wachskörpern. Aus diesem Grunde sind die Ergebnisse an in Sirup aufsteigenden Wachskügelchen und Ellipsoiden auf die in Luft fallenden Sporen mit hinreichender Genauigkeit übertragbar. Die experimentelle Bestimmung der Fallgeschwindigkeiten in der Luft wird in der ausführlichen Arbeit behandelt.

welche zugleich mit der Form den gestaltlichen Wert darstellen, und daß das eine das andere kausal bedingt.

Der Schwebewert.

Bei unserem Problem handelt es sich weiter darum, festzustellen, wie groß die vertikale Geschwindigkeitskomponente einer Luftströmung sein muß, die die fallenden Pilzsporen nach obenhin mitführt.

Mit der obigen Bestimmung von v_k und v_e ist diese Frage sowohl unter der Voraussetzung kugeliger wie ellipsoider Gestalt des Teilchens beantwortet. Denn solange die Luftströmung, sie sei mit v' bezeichnet, nach obenhin kleiner ist als v_k, bewegt sich das Teilchen nach unten. Wenn $v' = v_k$, dann schwebt das Teilchen in der Luft und wenn $v' > v_k$, dann wird das Teilchen durch die Luftströmung nach obenhin fortgeführt.

Ebenso bewegt sich das ellipsoidische Teilchen nach unten, wenn $v' < v_e$, es schwebt, wenn $v = v_e$, es steigt nach oben, wenn $v' > v_e$.

Unsere Frage, welche Luftgeschwindigkeiten erforderlich sind, ist somit dahin beantwortet, daß in einer nach aufwärts gerichteten Luftströmung fallende Sporen fortgeführt werden, wenn die Luftströmung einen größeren Wert hat, als die nach Gleichung V u. VIII zu berechnende Fallgeschwindigkeit der Sporen.

Man muß sich vorstellen, daß die Spore mit derselben Geschwindigkeit unverändert weiter fällt, daß aber der nach oben gerichtete Luftstrom die fallenden Sporen aufnimmt und daß sich aus den Geschwindigkeitsgrößen beider eine bestimmte Resultante ergibt. Diese ist gleich 0, wenn beide Geschwindigkeiten die gleiche Größe haben. In diesem Fall verbleibt die Spore in schwebendem Zustand, ohne sich nach oben oder unten zu bewegen.

Die Geschwindigkeit einer solchen Luftströmung, die der Fallgeschwindigkeit einer bestimmten Sporenart gleicht, so daß diese sich im Zustand der Schwebe erhält, in μ/sek. ausgedrückt, soll als ihr „Schwebewert“ bezeichnet werden. Er stellt dasjenige Geschwindigkeitsmaß dar, das die Schwerkraft auszugleichen und damit das Verbleiben der Spore im Luftraum als Vorbedingung ihrer weiteren Verbreitung zu gewährleisten vermag.

Die Fallgeschwindigkeitswerte geben uns also die Möglichkeit, die Sporengröße mit den in der Umwelt gegebenen Verbreitungskräften in unmittelbare Beziehung zu bringen und so auch die

biologischen Werte in der Natur exakt aufzuzeigen, die den in der Fallgeschwindigkeit gegebenen physiologischen und den in Gestalt und Durchmessergrößen gegebenen gestaltlichen Werten entsprechen, d. h. mit ihnen kausal zusammenhängen.

Von dem gestaltlichen Charakter einer Sporenart von fixierter Form und Größe leitet sich als physiologischer Wert eine bestimmte Fallgeschwindigkeitszahl ab, und dieser entspricht als biologische Größe der Schwebewert. Letzteren drückt eine in der Natur, also außerhalb des Organismus gegebene Luftströmung aus, welche die Fallgeschwindigkeit der Spore aufzuheben vermag. Im Sinne dieser nunmehr exakter gefaßten Definition der physiologischen und biologischen Werte habe ich bereits in meiner ersten Arbeit über die Sporenverbreitung bei den Basidiomyceten den physiologischen und biologischen Wert der Basidie und später auch des Askus zu erfassen versucht.

4. FLÜGGEs Feststellungen über die Fortbewegung von Staubteilchen in der Luft.

Nach den Feststellungen FLÜGGEs und seiner Schüler[1]) sind für die Fortbewegung der leichtesten Elemente des Zimmerstaubes (die mit entwicklungsfähigen Bakterien-Keimen imprägniert wurden), Luftströmungen von 0,2 mm (= 200 μ) Geschwindigkeit pro Sek. noch ausreichend, für eine Aufwärtsbewegung um 6—8 cm Ströme von 0,3—0,4 mm Geschwindigkeit pro Sek. Diese Geschwindigkeiten entsprechen unserer Strömung 2 (vgl. Tab. 1). Für die Fortbewegung der feinsten Anteile der durch Sprayen erzeugbaren Tröpfchen können sogar noch Geschwindigkeiten von 0,1 mm pro Sek. in Betracht kommen, darunter ist eine Aufwärtsbewegung derselben nicht mehr zu konstatieren. Nach meiner Zusammenstellung reichen für den Transport der kleinsten Sporenformen Strömungen unter 0,1 mm pro Sek. noch aus = Strömung 1. Die feinsten Anteile des Zimmerstaubes halten sich nach FLÜGGE bis zu 5 Std. schwebend in geschlossenen Räumen.

Wir messen mit den empfindlichsten Anemometern noch Luftströmungen von 15—20 cm Geschwindigkeit pro Sekunde. Es lassen sich aus Federn oder sonstigem leichterem Material Instrumente konstruieren, die eine Stromstärke von 5—10 cm Geschwindigkeit anzeigen. Eine Flamme mit dünnem Docht und breiter Flamme,

1) Die Arbeiten sind zusammengestellt in FLÜGGE, Die Verbreitungsweise und Bekämpfung der Tuberkulose (Veit & Comp., Leipzig 1908).

so daß letztere eine möglichst geringe Haftstelle am Docht hat, (Weihnachtskerzen aus Paraffin) zeigen noch deutlich Ablenkung bei 5—10 cm Geschwindigkeit. Die Grenze der Wahrnehmbarkeit für Luftströme durch unser Gefühl an der empfindlichsten Hautstelle (innerer Augenwinkel), liegt bei 15° bei einer Geschwindigkeit von 10 cm pro Sek. (bei 3° werden noch Ströme von dreimal so geringer Geschwindigkeit empfunden als bei 25°).

Hiernach ist also die Geschwindigkeit, die zum Transport feinster Stäubchen und Tröpfchen ausreicht, tausendmal so gering als eine mit unserem Gefühl oder mit einem feinsten Anemometer noch nachweisbare Luftgeschwindigkeit.

Bei normaler Zimmerventilation mit 1—1½maliger Lufterneuerung in der Stunde herrscht im Innern des Raumes nach FLÜGGE eine mittlere Geschwindigkeit von 1—2 mm pro Sek. Beim Fehlen aller Ventilationsvorrichtungen, bei gleicher äußerer und innerer Temperatur und Windstille sinken diese Werte erheblich, etwa bis 0,5 mm und weniger (meine Strömungen 2 u. 3), so daß die höheren Strömungen für den Transport feinster Stäubchen längst und unter allen Umständen ausreichen.

Man sieht, daß die durch Verstäuben von Zimmerstaub oder durch Versprühen von Wassertröpfchen in der Schwebe bleibenden Staubteilchen und Tröpfchen, die zu den Messungen FLÜGGEs und seiner Schüler dienten, denselben Größenordnungen angehören, die auch den Bereich der Pilzsporen umfassen. Wir können somit einerseits die Pilzsporen als den organisierten (lebendigen) Anteil der vorübergehend in der Luft-Schwebe bleibenden Staubteilchen (Sonnenstäubchen) ansprechen, andrerseits die für die Pilzsporen hier festgestellten Größen, Fallgeschwindigkeiten, Schwebewerte und Luftstromgeschwindigkeiten, sowie ihre Gruppierungen auch auf den unbelebten Schwebe-Staub unserer Zimmer und der Atmosphäre übertragen. Die experimentell festgestellten Werte für die Strömungsgeschwindigkeiten, die Teilchen solcher Größenordnung bewegen, stimmen jedenfalls mit den in dieser Arbeit berechneten gut überein.

Sowohl Zimmerstaub, wie Pilzsporen und Wassertröpfchen sind im Verhältnis zur Bakteriengröße sehr große Körper, sie kommen nach FLÜGGE nur als Träger von Bakterien in Betracht. Für die Fragestellung des Hygienikers würde es von großem Interesse sein, wie sich nun Bakterien bzw. Bakteriensporen bzw. Körper von solcher Kleinheit verhalten, die nach Verdunstung ihrer Träger, der Tröpfchen, mehr oder weniger vereinzelt im

Luftraum verbleiben. Es ist die Frage, ob so kleine Teilchen, die dann schon die BROWNsche Molekularbewegung zeigen, sich überhaupt noch absetzen oder durch Einatmen fixiert werden können (es sei denn, daß sie im Freien als Kondensationskerne für die Nebel- oder Regen-Tröpfchenbildung dienen), was für die Verbreitung vieler Krankheiten (Influenza, Masern usw.) von Bedeutung wäre.

5. Das Intervall und die Gruppenordnung der Sporengrößen, Schwebewerte und Luftstromgeschwindigkeiten.

Die Tabelle 1 zeigt das Intervall aller Sporengrößen, die im Pilzreich vorkommen, soweit sie durch Luftströmungen verbreitet werden. Das Intervall umfaßt Sporen mit einem Volum von 4—60000 μ^3, mit einer Oberfläche von 10—8000 μ^2 und einem Gewicht von $5 \cdot 10^{-9}$ —$8 \cdot 10^{-13}$ in mg. Diesen Größenmaßen entspricht ein Umfang der Fallgeschwindigkeiten und der Schwebewerte von 50—100000 μ/sek. Innerhalb dieses ganzen Umfanges ergeben sich 7 Gruppen mit den in der Tabelle verzeichneten Schwebewerten. Die Zahlen zeigen, daß auch die kleinsten Sporen immer noch mit einer im Verhältnis zu ihrer Länge großen Geschwindigkeit fallen. An sich ist diese Fallgeschwindigkeit freilich eine verhältnismäßig geringe, doch genügt sie, um in einem geschlossenen Raum ein mehr oder weniger schnelles Absetzen der Sporen zu bewirken. Der Gedanke, daß wenigstens diese kleinsten Sporen als Schwebesporen zu bezeichnen und mit den in Wasser schwebenden Planktonorganismen in eine Parallele zu setzen wären, hat sich hiernach als unbegründet erwiesen, was sich ja daraus leicht erklärt, daß das spez. Gewicht der Sporen von dem der Luft sehr viel erheblicher abweicht als das der Planktonorganismen von demjenigen des Wassers. Nur durch die Wirkung der Temperaturströmungen von hinreichender Geschwindigkeit kann ein Schwebezustand oder eine von der senkrechten Fallbewegung abweichende Verbreitungsrichtung erreicht werden. Da selbst in völlig geschlossenen und isolierten Räumen Strömungen hinreichender Geschwindigkeit vorkommen, kann vorübergehend ein Schwebenbleiben zustande kommen, und insofern können Staubteilchen, die infolge geringer Größe im windfreien Raum erst nach längerer Zeit absitzen, weil sie einesteils nur sehr langsam absinken, anderenteils mit jeder neuen Temperaturströmung immer wieder emporsteigen, als Schwebestaubteilchen bezeichnet werden. Ob sich gleichwohl Teilchen von geringerer Größe als die der Gruppe 1 etwa dadurch schwebend in der Luft erhalten, daß die

zum Absetzen erforderliche Fallgeschwindigkeit nicht mehr ausreicht, entzieht sich zur Zeit noch der diesseitigen Beantwortung.

Bei den für die Verbreitung der größten Sporen erforderlichen Geschwindigkeiten handelt es sich immer noch um Strömungen, die unser Gefühl nicht wahrzunehmen vermag, so daß es hiernach gestattet ist, den Bereich der für die Verbreitung der Sporen in Betracht kommenden Luftströmungen als Temperaturströmungen von den bei der Grenze der Wahrnehmbarkeit beginnenden feinsten Luftzugströmungen von 100 mm Geschwindigkeit pro Sek. abzugrenzen.

Die mit M. bezeichneten Werte sind mittlere Sporengrößen als Mittelwerte der Arten bestimmter Gruppen des SCHROETERschen Werkes. Ebenso sind für kleine und große Sporen Mittelwerte berechnet, während für kleinste und größte Sporen die bei SCHROETER verzeichneten Arten eingesetzt sind.

Wie sich die Intervalle und die Mittelwerte hiernach für die beiden Hauptgruppen der aktiv ihre Sporen verbreitenden Pilzklassen, wie für die verbreitetsten Schimmelarten unterscheiden, ist in der folgenden Tabelle dargestellt. Die Geschwindigkeit der Luftströmungen wurde auf μ pro Sek. bezogen, um einen leichten Vergleich der Fallgeschwindigkeiten, Schwebewerte und der natürlichen Luftströmungen unter sich, ebenso wie mit den gemessenen Längen und Breiten der Sporen zu ermöglichen.

6. Sporengrößen, Fallgeschwindigkeiten, Schwebewerte und Luftstromgeschwindigkeiten nach Gruppen geordnet.

Tabelle 1.

	Gruppierung der Sporen nach ihrem Schwebewert	Sporenwerte morphologischer: Länge und Breite in μ	physiologischer: Fallgeschwindigkeit in $\frac{cm}{sec.}$	biologischer: Schwebewert=Fallgeschwindigkeit in $\frac{\mu}{sec.}$	biologischer: Luftstromgeschwindigkeiten, die zur Verbreitung nötig sind, in μ	
kleinste Sp.	Gruppe 1. Schwebew. 50—100.					feinste Temp.-Ström.
	a) Kleinste Basidiomycet.-Spore *Radulum orbiculare*	3/1	0.005	50	Strömung 1 50—100	
	b) Kleinste Ascomycet.-Spore *Hymenoscypha subtilis*	4 5/1	0.006	60		
	c) Kleinste Schwebestaubteilchen.					

	Gruppierung der Sporen nach ihrem Schwebewert	Sporenwerte: morphologischer: Länge und Breite in μ	physiologischer: Fallgeschwindigkeit in $\frac{cm}{sec.}$	biologischer: Schwebewert=Fallgeschwindigkeit in $\frac{\mu}{sec.}$	biologischer: Luftstromgeschwindigkeiten, die zur Verbreitung nötig sind, in μ	
kleine Sp.	Gruppe 2. Schwebew. 100—500.					feine Temp.-Ström.
	a) Kleine *Penicillium*spore *Citromyces*	2/2	0.015	150	Strömung 2 100—500	
	b) Mittlere *Penicillium*spore . . .	3/3	0.033	330		
	c) Kleine Basidiomycet.-Spore . .	6/3	0.042	420		
	d) Kleine Ascomyc.-Spore . . .	9/3	0.048	480		
	e) Kleine Schwebestaubteilchen.					
mittlere Sp.	Gruppe 3. Schwebew. 500—1000.					mittlere Temp.-Ström.
	a) Große *Penicillium*spore M. . .	4.5/4.5	0.075	750	Strömung 3 500—1000	
	b) Mittelgr. Ascomyc.-Spore M. .	22/5	0.085	850		
	c) Mittelgr. Schwebestaubteilchen.					
	Gruppe 4. Schwebew. 1000—5000.					
	a) Mittl. Basidiomyc.-Spore M. . .	8/5	0.105	1050	Strömung 4 1000—5000	
	b) Mittelgr. Ascomyc.-Spore M. Helotiaceen-Mollisiaceen . . .	22/5	0.150	1500		
	c) Große Basidiomyc.-Spore . . .	13/8	0.275	2750		
	d) Übermittelgroße Schwebestaubteilchen.					
große Sp.	Gruppe 5. Schwebew. 5000—10000.					grobe Temp.-Ström.
	a) Übermittelgroße Ascomyc.-Spore Cucurbitariaceen-Fam. M. . .		0.540	5400	Strömung 5 5000—10000	
	b) Große Ascomyc.-Spore *Peziza vesiculosa*	20/13	0.700	7000		
	c) Große Schwebestaubteilchen.					
	Gruppe 6. Schwebew. 10000—50000.					
	a) Uredospore M.	17 2/25	1.200	12000	Strömung 6 10000—50000	
	b) Größte Basidiomyc.-Spore *Aleurodicus amorphus*	23/18	1.250	12500		
	c) Übergroße Schwebestaubteilchen.					
größte Sp.	Gruppe 7. Schw. 50000—100000.					gröbste Temp.-Ström.
	Größte Ascomycet.-Spore *Ascobolus immersus*	70/40	6.900	69000	Strömung 7 50000-100000	
	Größte Schwebestaubteilchen.					

7. Die Gruppierung der Gattungen und Familien nach mittleren Schwebewerten.

Auf Grund der Überlegungen zu Abschn. 2—4 sind nun die Fallgeschwindigkeiten für die Sporen der in einem bestimmten Bezirk vorkommenden Pilzarten berechnet worden.

Als Grundlage wählte ich hierfür „die Pilze Schlesiens", das Lebenswerk des schlesischen Mykologen Dr. J. SCHROETER, das als dritter Band der Kryptogamenflora von Schlesien erschienen ist. SCHROETER hat die von ihm beschriebenen Pilze in seiner schlesischen Heimat selbst gesammelt und als einer der ersten den zumeist durch eigene Messungen bestimmten Sporenmaßen in seinen klassischen Art-Diagnosen entscheidenden Wert beilegt. Die Zuverlässigkeit dieser Messungen ist bekannt.

Den Mittelwert der SCHROETERschen Sporenmaße der Arten habe ich als mittleres Sporenmaß der Gattung, dasjenige der Gattungen als mittleres Maß der Familien usw. bezeichnet und verwendet.

Der Umstand, daß die ermittelte Fallgeschwindigkeitszahl es gestattet, die 2 (oder streng genommen 3) zumeist verschiedenen Längenmaßwerte durch eine Zahl auszudrücken, ermöglicht es, die Arten einer Gattung, evtl. auch der Gattungen, Familien und Klassen nach dieser Größe zu ordnen und zu vergleichen, wie ich dies für die Discomyceten an dem Beispiel der Gruppierung der Familien, für die Pyrenomyceten an dem Beispiel der zur Unterabteilung der Sphaeriieen gehörigen Familien erläutert habe. Diese Zusammenstellungen, die ich in einem der folgenden Hefte meiner Mykologischen Untersuchungen und Berichte umfassend veröffentlichen werde, zeigen, daß bei bestimmten Gattungen oder Gruppen die Werte in weiteren Grenzen variieren, so daß die einzelnen Glieder durch diese Zahlen gut abgetrennt und bestimmt werden können, während in andern Fällen die Sporenmaße der einzelnen Glieder nur geringere Abweichungen zeigen oder weitgehend übereinstimmen. Im ersteren Falle, der für die Ascomyceten zumeist zutrifft, ergibt eine Ordnung ihrer Arten usw. nach den Schwebewerten für die hier erstrebte physiologische und biologische Erfassung neue Aufschlüsse. So zeigen die Zahlen der Tabelle, daß die radiosensiblen Arten den Schwebewertgruppen V und VI, die taktiosensiblen Arten sich den Gruppen IV und V einordnen, während alle übrigen Formen den Gruppen II und III angehören. Dadurch ist bewiesen, daß die genannten Einstellungen auf Bestrahlungs-, Erwärmungs-, Berührungs- und Bewindungsreize nur bei Arten

mit großen Sporen vorkommen, die zu ihrer Verbreitung entsprechend stärkerer Strömungen bedürfen. Entweder üben dann stärkere Luftströmungen selbst den Reiz aus, der das Ausstäuben der Sporen zur Folge hat, oder es sind, wie bei den radiosensiblen Arten, dieselben Kräfte, welche die Entstehung der Temperaturströmungen zur Folge haben.

8. Gruppierung der Discomyceten SCHROETERs (mit offenem Hymenium) nach mittleren Sporengrößen und Schwebewerten.

Tabelle 2.

	Familien	Zahl der Arten	Zahl der Gattungen	mittlere Sporenbreite	mittlere Sporenlänge	mittlerer Schwebewert
		Schwebewertgruppe VI.				
größtenteils radiosensible Formen	Rhicinaceen . . .	1	1	18.5	18.5	12500
		Schwebewertgruppe V.				
	Helvellaceen . . .	17	9	11.7	21.8	6550
größtenteils taktiosensible Formenreihe	Ascobolaceen . . .	23	15	9.3	16.8	5280
		Schwebewertgruppe IV.				
	Pezizaceen	56	20	9.3	16.7	3900
	Hysterinceen normalsporige . .	15	9	7.4	24.3	3580
	langsporige . . .	1	1	3	115.0	1100
	Phacidiceen und Sticidineen normalsporige . .	2	23	4.0	14.5	1280
		Schwebewertgruppe III.				
Sensibilität nicht beobachtet	Helotiaceen normalsporig . .	135	30	3.6	11.5	1000
	Phacidiceen und Sticidineen langsporige . . .	19	7	2.4	80.3	770
	Geoglossaceen . . .	9	7	3.4	18.2	770
	Mollisiaceen . . .	59	19	3.0	12.2	580
		Schwebewertgruppe II.				
	Helotiaceen langsporige . . .	1	1	1.4	180.0	200

9a. Familiengruppierung der Sphaeriineen SCHROETERs nach den mittleren Sporengrößen.

Tabelle 3.

Zahl der Arten	Schwebewertgruppe des Familienmittels	Familien	Zahl der Gattungen	mittleres Sporen-Breitenmaß	mittleres Sporen-Längenmaß der Arten innerhalb der Gattung	berechnete Fallgeschwindigkeit für das Gattungsmittel	kleinstes Sporenmaß der Art innerhalb der Gattung	größtes Sporenmaß der Art innerhalb der Gattung
20	III	Diatrypacei . . .	7	2.3	9.1	0.039	1.0/6.0	7.0/28.0
67	IV	Sphaerellacei . .	15	3.9	14.4	0.093	2.0/10.0	7.0/25.5
29	IV	Gnomoniacei . .	13	3.7	18.4	0.096	1.0/39.0	8.0/35.0
110	V	Valsacei	14	4.1	14.2	0.131	1.0/6.5	18.0/43.0
43	V	Sphaeriacei . . .	22	5.7	15.7	0.189	2.0/7.0	12.5/38.0
13	V	Platystomacei . .	4	5.8	25.6	0.210	4.0/30.5	4.5/18.5
28	V	Xylariacei . . .	11	6.0	15.3	0.223	3.0/5.5	12.0/33.0
97	V	Pleosporacei . .	15	6.7	26.8	0.315	1.5/27.0	29.0/87.0
11	V	Amphosphaeriacei	7	9.7	29.5	0.442	6.0/16.0	16.0/26.0
20	V	Melanconidiacei .	10	9.0	31.6	0.481	4.5/15.5	14.5/50.0
5	VI	Melogrammacei .	4	8.8	48.8	0.519	3.5/72.5	16.0/35.5
19	VI	Cucurbitariacei .	7	10.3	26.8	0.556	2.0/8.5	14.0/46.0
37	VI	Sordariacei . . .	12	11.4	29.2	0.799	5.0/6.0	25.0/52.5
15	VI	Massariacei . . .	7	12.8	39.7	1.022	4.5/18.5	22.0/82.5
			148	6.7	22.1	0.321		

9b. Familiengruppierung der Sphaeriineen nach den Schwebewerten.

Tabelle 4.

Schwebewertgruppen	Zahl der Gattungen, deren mittlere Schwebewerte unter die bezeichneten Gruppen fallen						Familien-mittel-Schwebewert
	I. 50—100	II. 100—500	III. 500—1000	IV. 1000—5000	V. 5000—10000	VI. 10000—100000	
Familien							
III Diatrypacei I—IV . .	1	**4**	1	1	—	—	390
IV Sphaerellacei II—IV .	—	4	**5**	6	—	—	930
II Gnomoniacei II—IV .	—	3	**3**	7	—	—	960
V Valsacei I—VI . . .	1	2	3	**4**	3	1	1310
V Sphaeriacei II—V . .	—	4	7	**9**	2	—	1890
V Platystomacei IV . .	—	—	—	**4**	—	—	2100
V Xylariacei II—V . . .	—	1	3	**5**	2	—	2230
V Pleosporacei II—VI .	—	1	4	**7**	2	1	3150
V Amphosphaeriacei IV—VI	—	—	—	**4**	2	1	4420
V Melanconidiacei IV—VI	—	—	—	**6**	3	1	4810
VI Melogrammacei IV—VI	—	—	—	3	—	1	5190
VI Cucurbitariacei II—VI	—	1	—	3	**2**	1	5560
VI Sordariacei III—V . .	—	—	1	5	**3**	3	7990
VII Massariacei IV—VI .	—	—	—	4	—	3	10220

Die Zahl, welche in Bezug auf die Zugehörigkeit des Mittelwertes zur Gruppe den Ausschlag gibt, ist fett gedruckt.

10. Die Familiengruppierung der aktiven Basidiomyceten (SCHROETER) nach ihren mittleren Sporenmaßen und Schwebewerten.

Tabelle 5.

Familien	Zahl der Gattungen bzw. Untergattungen	Sporenbreite	Sporenlänge	Schwebewerte
	Gruppe IV.			
Hydnaceen	14	3.6	5.6	730
Polyporaceen	19	3.9	8.3	770
Clavariaceen	9	4.1	5.6	810
	Gruppe V.			
Cantharellaceen	4	4.6	7.5	1010
Hypochnaceen	5	4.8	6.6	1110
Agaricaceen	66	5.2	8.1	1270
Thelephoraceen	16	5.4	9.9	1650
Dacryomycetineen	7	6.2	16.2	2440
Tremellaceen	7	7.6	13.7	2860
gesamte Mittelwerte	147	5.0	8.5	1280

Die Sporengrößen und die Schwebewerte bei den Basidiomyceten halten sich in so engen Grenzen, daß sie die Gruppen IV und V nicht überschreiten und vorzugsweise in der Gruppe V gelegen sind. Der mittlere Schwebewert aller Basidiomyceten (1280) besagt, daß Luftstromgeschwindigkeiten von 1300 μ in der Sekunde, eine Wegstrecke, die das mittlere Längenmaß der Basidiomyceten-Sporen (8.5 μ) um das 150fache übertrifft, die Fallbewegung aufhebt und daß Strömungen, die darüber hinausgehen, die Sporen mittlerer Größe verbreiten.

11. Sporenvolum und Hyphenvolum, zwei Elementargrößen der Pilzart.

Zellelemente von fixierter Form und Größe (d. h. deren Form und Größe sich innerhalb gewisser Grenzen als unabhängig von inneren und äußeren Einflüssen erweist) habe ich als Elementarzellen der betreffenden Art bezeichnet und in meinen Monographien dahin gestrebt, ihre meßbaren Werte für die Artdiagnose umfassender und genauer zu bestimmen. In der vorliegenden Arbeit wird aus den bisherigen Durchmesserwerten der Sporen und den daraus berechneten Volumina, Oberflächen und Gewichten eine weitere physiologische Elementargröße, die Fallgeschwindigkeit und der ihr entsprechende Schwebewert bestimmt. Wie dieser aus Volum, Oberfläche und Gewicht, so kann umgekehrt aus der

Fallgeschwindigkeit die Sporengröße bestimmt werden, für runde Sporen nach den Gleichungen:

$$r = 3\sqrt{\frac{1}{2} \cdot \frac{v_k \varrho}{s \cdot g}};\ Vol_k = \frac{4}{3}\pi \cdot r^3.$$

In einer früheren Arbeit über Wachstumsgesetze, Wachstumsfaktoren und Temperaturwerte bei den holzzerstörenden Mycelien (1. Heft der Hausschwammforschungen, Jena 1907) wurde gezeigt, daß wir in dem Hyphenvolum — als solches wird ein Ausschnitt aus dem hinter dem Zuwachskegel gelegenen Hyphenzylinder von der Länge des Durchmessers im normalwüchsigen Zuwachsmycel bezeichnet — für die Pilzart noch ein zweites Elementarorgan von fixierter Form und Größe besitzen. Die Größe des Hyphenvolums wird durch Messen des Hyphendurchmessers in der genannten Zone bestimmt. Dieser Längen- und Volumwert konnte ebenfalls auf einen physiologischen Geschwindigkeitswert, die Wachstumsgeschwindigkeit des Zuwachsmycels, bezogen und durch ihn bestimmt werden.

---

32. W. Krieger: Die Gattung Centronella Voigt.

(Aus der Biologischen Abteilung der Landesanstalt für Wasser-, Boden- und Lufthygiene, Berlin-Dahlem.)

(Mit einer Karte und Tafel V.)

(Eingegangen am 19. Mai 1927. Vorgetragen in der Maisitzung.)

Von der seltenen planktonischen Diatomeengattung *Centronella* sind bisher 2 Arten bekannt.

1. *Centronella reicheltii* Voigt.

Diese Kieselalge ist erst relativ spät (VOIGT 1902) beschrieben worden. Während bei den Süßwasserarten von *Rhizosolenia* und bei *Attheya* die Zartheit der Membran, die eine schwere Sichtbarkeit in Wasser und in Medien von geringem Brechungsindex bedingt, als Grund dafür angesehen werden kann, daß ihre weite Verbreitung erst in neuerer Zeit erkannt wurde, ist das für *Centronella* unwahrscheinlich.

Die Gestalt der Alge ist so charakteristisch, daß sie bei eingehender Betrachtung eines Materials kaum übersehen werden kann. Dabei ist die Verkieselung bedeutend stärker als bei den beiden anderen genannten Gattungen.

Der Grund ist vielmehr das sporadische Vorkommen der Art, wenn sie auch nicht überall so selten ist, wie es bis vor kurzem den Anschein hatte. Aus der Literatur sind folgende Fundorte bekannt:

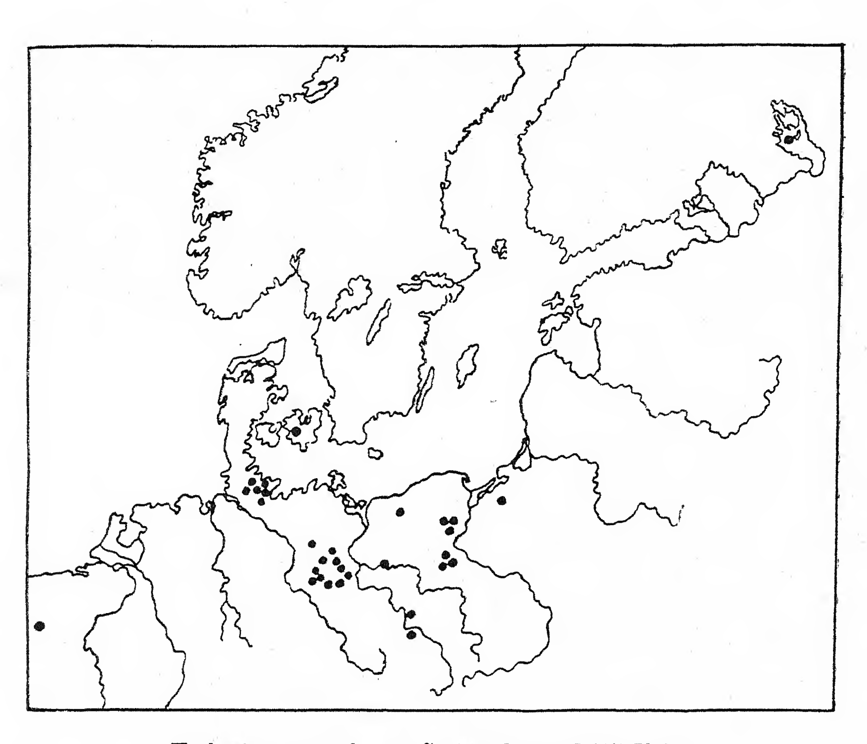
1902	VOIGT	Düpen-See (Kreis Dramburg).	
		Plus-See (Plön).	
		Krummer See (Plön).	
1902	MARSSON	Krumme Lanke bei Berlin.	
1904	WESENBERG-LUND	Sorö-See (Dänemark).	
1908	SELIGO	Weit-See	Westpreußen.
		Müskendorfer See	
		Schlochauer Amtssee	
1912	WOLOSZYNSKA .	Ostrowitzer See bei Gnesen.	
1913	„	Goslowitzer See	Kujawien.
		Lichen-See	
1919	SCHRÖDER . . .	Jäschkendorfer See	Schlesien.
1923	„	Großer See bei Schlawa	
1923	BENNIN	Warthe.	
1923	HUSTEDT	Wielen-See	Holstein.
		Edeberg-See	
		Oberer Ausgraben-See	
		Unterer „ „	
		Kl. Uklei-See	
1925	UTERMÖHL . . .	Einfelder-See.	
	KOLBE	Onega-See.	
1926	LEFÈVRE	Somme und Sommekanal.	

Die meisten Fundorte sind aus dem planktologisch gut bekannten Seengebiet um Plön gemeldet. Verfasser hat die Gewässer Brandenburgs untersucht, und dabei hat sich die überraschende Tatsache herausgestellt, daß *Centronella* in der weiteren Umgebung Berlins gar nicht so selten ist. Sie wurde in folgenden Seen gefunden:

Straus-See	bei Strausberg.
Bötz-See	
Ihland-See	
Gamen-See	
Langer See	
Samith-See	bei Biesenthal.
Gr. Wuken-See	
Krumme Lanke	
Gr. Lind-See	bei Chorin.
Colpin-See	bei Lehnin.
Havel	bei Potsdam.

Tornower See } bei Teupitz.
Kl. Zesch-See
Petersdorfer See bei Fürstenwalde.
Dagow-See } bei Fürstenberg.
Stechlin-See

Die beigefügte Karte zeigt das Verbreitungsgebiet der Art. Während die Alge in den meisten Seen nur vereinzelt vorkommt



Verbreitungsareal von *Centronella reicheltii* Voigt.

und ein genaueres Studium daher sehr erschwert ist, waren einige Fundorte recht ergiebig. So konnten im Dagow-See am 11. 4. 1926 im ccm 1000 Exemplare festgestellt werden, was eine diatomeenbraune Vegetationsfärbung zur Folge hatte.

An diesem reichen *Centronella*-Material konnte die Schalenstruktur und die Zytologie genauer untersucht werden. Die vorhandenen Abbildungen sind meist Reproduktionen der Originalzeichnung bei VOIGT.

1902	VOIGT, Neue Organismen .	Tafel II,	Fig. 10.
1907	V. SCHÖNFELD, Diatomaceae Germaniae	„ 9,	„ 398.
1908	SELIGO, Seenplankton . . .	Seite 58,	„ 228.
1913	V. SCHÖNFELD, Bacillariales	„ 169,	„ 378.
1914	SCHMIDT, Atlas	Taf. 306,	„ 32—34.
1923	SCHRÖDER, *Centronella* in Schlesien, Fig. 7 der Tafel.		

Die Länge der Arme wird mit 32—35 μ angegeben (Fig. 1, Tafel V). Die Maße werden auch im allgemeinen innegehalten, wie überhaupt die Variabilität der Art sehr gering ist. Die größte im untersuchten Gebiet beobachtete Länge betrug 35 μ, die geringste 22 μ (Gr. Lind-See). In dem zuletzt genannten See scheinen die Existenzbedingungen für Diatomeen ungünstig zu sein; so wurden hier auch extrem niedrige Werte von *Asterionella* (18 μ) gemessen. Zuweilen ist ein Arm erheblich kürzer als die beiden anderen.

Was die Schalenskulptur anbetrifft, so konnten ebenfalls Unterschiede von der Originalbeschreibung festgestellt werden. Es kommen etwa 22—24 Striae auf 10 μ. Das Mittelfeld ist nicht glatt, sondern die Streifung setzt sich über die Knickung der Arme nach innen zu fort, etwa nach der Art wie bei dem Mittelfeld von *Synedra*. Die Streifen werden flach und undeutlich, so daß die Anwendung eines stark lichtbrechenden Mediums (Realgar) notwendig ist.

VOIGT gibt an, daß die Zellen mit den Enden durch Gallertpolster zusammenhängen können, im untersuchten Gebiet konnte diese Wuchsform nicht nachgewiesen werden.

Der Kern (Fig. 3) weist einige Eigentümlichkeiten auf, die zum Teil durch die bei den Diatomeen äußerst seltene Form der Zelle bedingt ist. In Korrelation zu der Dreistrahligkeit ist auch der Kern in den meisten Fällen dreilappig. Dabei findet sich die Chromatinsubstanz in der Hauptsache in den Fortsätzen, während die Mitte hyalin ist.

Fig. 7 stellt die Seitenansicht zweier Kerne nach der Teilung dar und läßt deutlich die verschiedene Struktur der Kernlappen und des zentralen Teiles erkennen. Das Material wurde im Gemisch von BOUIN fixiert und mit Hämalaun gefärbt.

Der Assimilation dienen drei Chromatophoren, die längliche Plättchen darstellen und mehr oder weniger weit in die Arme hineinreichen (Fig. 2). Färbung mit Sudan III ergab das Vorhandensein von 1—3 großen Öltropfen in jedem Arm. Volutin ist in kleinen Körnchen über den Zellinhalt verteilt.

Die Beobachtung der Kernteilung stößt auf Schwierigkeiten, weil es viel Geduld erfordert, eine Seitenansicht der Zelle zu bekommen. Das fixierte und gefärbte Material wurde deshalb auf dem Deckglas mit erwärmter Gelatine verrührt und dann nach Art der Paraffinschnitte weiterbehandelt. Auf diese Weise sind fast immer brauchbare Bilder zu erhalten.

In der Prophase wandert das Chromatin aus den Lappen nach der Mitte, und der Kern rundet sich ab (Fig. 4). Innerhalb der Kernhöhle bilden die Chromosomen ein Spirem, das einen Durchmesser von etwa 2 μ hat (Fig. 5). In der Anaphase sieht man zwei Ringe zu je 6 Chromosomen (Fig. 6a, b).

Die Telophase stellt dann den dreilappigen Ruhekern wieder her; die Chromosomen lösen sich auf, und die Chromatinsubstanz wandert wieder nach außen. *Centronella* folgt also im wesentlichen dem Kernteilungsmodus einer Reihe von anderen neuerdings untersuchten Diatomeen:

Synedra . . (GEMEINHARDT 1926),
Achnanthidium („ 1926),
Melosira . . (KRIEGER 1927).

Die Ansichten über die Stellung von *Centronella* im System sind nicht einheitlich. H. V. SCHÖNFELDT möchte sie in den Diatomaceae Germaniae (1907) an das Ende der Centricae setzen, in den Bacillariales (1913) behandelt er sie als Gattung unsicherer Stellung im Anhang. Nach meiner Ansicht gehört sie zu den Fragilariaceen. Die Anordnung der Striae und der Besitz einer Pseudoraphe weisen darauf hin. Als Stütze für diese Einordnung kann wohl auch gelten, daß sich bei *Fragilaria* dreistrahlige Formen finden. Ich möchte hinweisen auf:

Fragilaria pinnata var. *trigona* (Br. et Herib.) Hustedt
1913 SCHMIDT, Atlas T. 296, Fig. 62—69,
T. 297, Fig. 34—41;

Fragilaria exigua (W. Sm.) Lemm.
1913 SCHMIDT, Atlas T. 296, Fig. 70—75,
1920 O. SCHULZ.

Welches sind nun die Milieufaktoren, unter denen *Centronella* ihre maximale Entwicklung hat? Zunächst die Temperatur. Bis vor kurzem glaubte man allgemein, daß die Art ihre Hauptentwicklung in der kalten Jahreszeit habe. UTERMÖHL (1925) hält die Pflanze dagegen für eurytherm. Ich kann seine Ansicht nur bestätigen. So war die Alge im Tornower See im Juli sehr häufig,

während sie im Winter recht spärlich auftrat, die *Centronella*-Wasserblüte im Dago-See stammt aus dem April, das reiche Vorkommen im Gr. Wuken-See aus dem Januar.

Centronella ist bisher nur in eutrophen Seen beobachtet worden; allerdings ist der Grad der Eutrophie recht verschieden. Um die Existenzbedingungen in den Gewässern Brandenburgs festzustellen, wurden die begleitenden Phytoplanktonten bestimmt. Da deren Anpassung an den Chemismus des Wassers zum Teil bekannt ist, ist ein Rückschluß auf die Lebensweise von *Centronella* berechtigt. Es wurden dabei vier Häufigkeitsgrade unterschieden:

s = selten,	z = zerstreut,
sz = sehr zerstreut,	H = häufig.

(Tabellen S. 287 und 288).

Die Formen, die den Charakter des Planktons bestimmen, sind in jeder der untersuchten Proben andere.

In 1. Rotatorien und Krustazeen.
„ 2. *Asterionella.*
„ 3. *Fragilaria capucina.*
„ 4. *Synedra acus.*
„ 5. *Fragilaria crotonensis.*
„ 6. *Aphanizomenon flos aquae.*
„ 7. *Staurastrum, Arthrodesmus.*
„ 8. *Tabelleria fenestrata asterionelloides.*
„ 9. *Ceratium hirundinella.*
„ 10. *Pediastrum, Microcystis.*
„ 11. *Oscillatoria rubescens.*
„ 12. *Centronella reicheltii.*

Die meisten *Centronella*-Seen zeigen mittlere Eutrophie. Einige (Gr. Wuken-See, Stechlin-See) neigen nach dem oligotrophen, andere (Petersdorfer See) nach dem polytrophen Typus hin.

Erwähnt sei auch das Vorkommen in einem See bei Kaltenborn im humusbraunen Wasser. *Centronella* ist also recht anpassungsfähig. UTERMÖHL (1925) hat ein Milieuspektrum für *Centronella* entworfen, das nach dem vorher Gesagten in Brandenburg nur für einige Fälle zutrifft.



Um die Kultivierbarkeit von *Centronella* festzustellen, wurden mit dem Material aus dem Dagow-See an Ort und Stelle Platten nach der Bakterienmethode gegossen. Als Nährboden wurde etwas modifizierter Richteragar verwendet.

	1 Straus-See 15. 4. 1922	2 Gamen-See 17. 3. 1923	3 Gr. Wuken-See 4. 1. 1923	4 Gr. Wuken-See 16. 12. 1923	5 Gr. Wuken-See 6. 9. 1925	6 Krumme Lanke 16. 12. 1923	7 Gr. Lind-See 14. 7. 1922	8 Colpin-See 6. 4. 1923	9 Tornower See 28. 7. 1922	10 Petersdorfer See 14. 9. 1922	11 Stechlin-See 11. 4. 1926	12 Dagow-See 11. 4. 1926
Diatomeen.												
Melosira granulata	—	—	—	—	—	s	—	—	s	—	—	—
„ „ *angustissima*	—	—	—	—	—	s	—	s	s	—	—	—
„ *italica ambigua*	—	—	—	—	—	—	—	H	z	sz	—	s
Cyclotella dubia	s	—	—	—	—	H	—	—	—	—	—	s
„ *comta*	sz	z	s	—	s	H	—	sz	z	—	—	s
„ „ *quadrijuncta*	—	—	—	sz	—	—	—	—	—	—	sz	—
„ *meneghiniana*	s	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
„ *kützingiana radiosa*	—	z	H	z	s	—	—	—	—	—	—	—
Stephanodiscus astraea	sz	—	s	s	—	H	—	sz	s	—	sz	—
„ *pusillus*	H	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Rhizosolenia longiseta	—	—	z	H	—	—	—	sz	—	—	—	—
Diatoma elongatum	s	—	—	—	—	—	—	—	—	—	s	—
Tabellaria fenestrata asterionelloides	s	—	—	—	—	—	—	H	—	—	—	sz
Fragilaria capucina	z	—	H	z	—	s	—	H	—	—	—	s
„ *crotonensis*	s	—	—	—	H	—	—	s	H	z	—	z
Centronella reicheltii	sz	sz	H	sz	s	sz	sz	sz	H	s	z	H
Synedra acus	s	z	z	H	sz	s	—	z	sz	—	z	z
„ „ *ostenfeldii*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	z	—	—
„ *berolinensis*	—	—	—	—	—	—	—	s	—	sz	—	—
„ *cyclopum*	—	—	—	—	—	—	—	s	—	—	—	—
Asterionella formosa	sz	H	z	—	H	sz	sz	sz	H	z	H	z
Flagellatae.												
Dinobryon stipitatum	—	sz	s	s	—	z	—	—	—	—	—	—
„ *divergens*	—	—	—	—	z	—	—	—	s	—	—	z
„ *cylindricum*	—	s	—	—	—	—	—	—	—	—	—	s
Uroglena volvox	—	—	—	sz	—	—	—	—	—	—	—	—
Uroglenopsis americana	—	H	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mallomonas tonsurata	—	—	z	H	—	—	sz	z	—	—	sz	—
„ *caudata*	—	—	—	—	z	—	—	—	—	—	—	—
Synura uvella	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	sz
Eudorina elegans	—	—	s	s	sz	—	z	—	s	—	z	—
Pandorina morum	s	—	—	—	—	—	s	—	—	—	sz	—
Phacotus lenticularis	sz	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ceratium hirundinella	sz	—	—	—	z	—	s	sz	H	sz	—	s

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Straus-See	Gamen-See	Gr. Wuken-See	Gr. Wuken-See	Gr. Wuken-See	Krumme Lanke	Gr. Lind-See	Colpin-See	Tornower See	Petersdorfer See	Stechlin-See	Dagow-See
	15. 4. 1922	17. 3. 1923	4. 1. 1923	16. 12. 1923	6. 9. 1925	16. 12. 1923	14. 7. 1922	6. 4. 1923	28. 7. 1922	14. 9. 1922	11. 4. 1926	11. 4. 1926
Chlorophyceae.												
Pediastrum boryanum	s	s	—	—	—	—	s	s	—	H	—	s
„ *duplex*	s	—	—	—	—	—	s	—	—	H	—	s
„ *biradiatum*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	sz	—	—
„ *clathratum*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	sz	—	—
„ *kawraiskyi*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	sz	—	—
Dictyosphaerium pulchellum	s	s	—	—	—	—	H	—	—	—	—	—
Kirchneriella lunaris	—	—	—	sz	—	—	—	—	—	s	—	—
Oocystis naegelii	—	—	—	—	—	—	—	—	s	—	—	—
Tetraëdron limneticum	—	—	—	—	—	—	—	—	s	—	—	—
Golenkinia radiata	—	—	—	—	—	—	—	—	—	sz	—	—
Scenedesmus quadricauda	—	—	—	—	—	—	—	—	—	sz	—	—
Gloeococcus schroeteri	—	—	sz	sz	H	—	s	s	s	sz	z	—
Conjugatae.												
Cosmarium phaseolus	—	s	—	—	s	—	—	sz	s	—	s	—
Staurastrum paradoxum	—	—	—	—	sz	—	s	—	sz	—	—	—
„ *tenuissimum*	—	—	—	—	—	—	H	—	—	—	—	—
„ *arctiscon*	—	—	—	—	—	—	s	—	—	—	—	—
„ *tetracerum*	—	—	—	—	—	—	—	s	—	s	—	—
„ *cuspidatum*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	s	—	—
Arthrodesmus incus	—	—	—	—	—	—	H	—	—	—	—	—
Mougeotia spec.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	s	—	—
Cyanophyceae.												
Chroococcus limneticus	—	—	—	—	—	—	—	—	s	sz	—	—
Microcystis aeruginosa	—	—	—	—	—	—	sz	—	—	z	—	—
„ *flos aquae*	—	—	—	—	—	—	—	—	sz	H	—	—
Gomphosphaeria lacustris	—	—	—	—	—	—	—	—	—	sz	—	—
Coelosphaerium naegelianum	—	—	—	—	s	—	H	—	sz	sz	—	—
Oscillatoria rubescens	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	H	—
Lyngbya limnetica	—	—	—	—	—	—	—	—	—	s	—	—
Anabaena hassallii	—	—	—	—	z	—	—	—	—	—	s	—
„ *macrospora*	—	—	—	—	s	—	—	—	—	—	—	—
„ *flos aquae*	—	—	—	—	—	—	—	—	z	—	—	—
„ *spiroides*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	s	—	—
Aphanizomenon flos aquae	—	—	—	—	—	H	—	—	—	s	—	—

Aqua dest. = 1000 ccm,
Agar = 18 g,
$CaCl_2$ = 0,2 g,
KNO_3 = 0,2 g,
$MgSO_4$ = 0,05 g,
$K_2Si_2O_5$ = 0,01 g,
Eisen nach USPENSKI.

Nach einer Woche setzte das Wachstum ein, nach 1½ Monat waren Ketten vorhanden, die bis zu 70 Individuen enthielten und deren Endzellen stark konvex waren (Fig. 8). Ältere Kolonien zeigten sich meist tordiert (Fig. 9).

Zum Schluß möchte ich darauf hinweisen, daß die auf anderen Planktondiatomeen häufigen *Salpingoeca frequentissima* (Zach.) Lemm. und *Bicoeca lacustris* Clark zuweilen als Epibionten auf *Centronella* vorkommen.

2. *Centronella rostafinskii* Woloszynska.

Zellen regelmäßig dreistrahlig (Fig. 10).

Die Arme stehen unter einem Winkel von 120° und sind 35 μ lang, 2—3 μ breit, am Grunde angeschwollen und nach dem Ende verschmälert und gekopft. Der Zentralteil ist kreisrund oder abgerundet dreieckig, von 3 μ Durchmesser.

In der Gürtelbandansicht sind die Schalen eben, nur an den Enden ganz wenig angeschwollen.

Die Streifung ist schwer sichtbar.

Von der Größe von *Centronella reicheltii* Voigt.

Soweit die Beschreibung durch WOLOSZYNSKA.

Die Unterschiede zwischen den beiden Arten sind recht gering.

WOLOSZYNSKA rechtfertigt die Aufstellung dadurch, daß sie sagt, die Alge sei *Centronella reicheltii* Voigt ähnlich, aber „habitu optime ab ea differt".

Der bisher einzige Fundort ist der Firley-See in Polen.

Verzeichnis der benutzten Literatur.

1923. BENNIN, E.: *Centronella* in der freien Warthe bei Landsberg. Schriften für Süßwasser und Meereskunde.

1926. GEMEINHARDT, K.: Zur Zytologie der Gattung *Achnanthidium*. Ber. d. Deutschen Bot. Ges.

1926. —, —: Die Gattung *Synedra*. Pflanzenforschung, Heft 6.

1914. HUSTEDT, FR.: SCHMIDT, Atlas der Diatomaceenkunde.

1923 —, —: Vorläufige Ergebnisse vergleichender Untersuchungen der Bacillariaceen-Vegetation holsteinischer Seen. Verhandl. der Internat. Vereinigung f. Limnologie.

1927. KRIEGER, W.: Untersuchungen über das Potamoplanton des Havelgebietes. (Manuskript.)

1925. LEFÈVRE, M.: Contributions a la flore des algues d'eau douce du nord de la France. Bull. de la Soc. Bot.

1906. RICHTER, O.: Zur Physiologie der Diatomeen. (I. Mitt.)

1919. SCHRÖDER, B.: Schwebepflanzen aus dem Saborsee und aus den größeren Seen bei Liegnitz. Ber. d. Deutschen Bot. Ges.

1923. —, —: Über das Vorkommen von *Centronella reicheltii* Voigt in Schlesien. Schriften für Süßwasser und Meereskunde.

1920. SCHULZ, O.: *Fragilaria exigua* (W. Smith) Lemm., ein Beitrag zum Variabilitätsvermögen der Bacillariaceen. Archiv f. Hydrobiologie.

1908. SELIGO, A.: Tiere und Pflanzen des Seenplanktons. Mikrologische Bibliothek (Band III).

1907. v. SCHÖNFELDT, H.: Diatomaceae Germaniae.

1913. — —, —: Bacillariales. Heft 10 aus PASCHER: Süßwasserflora.

1923. UTERMÖHL, H.: Das Nannoplankton ostholsteinischer Seen. Verhandl. d. Internat. Vereinigung f. Limnologie.

1925. —, —: Limnologische Phytoplanktonstudien. Archiv f. Hydrobiologie (Supplementband V).

1902. VOIGT, M.: Neue Organismen aus Plöner Gewässern. Forschungsber. d. biol. Station zu Plön.

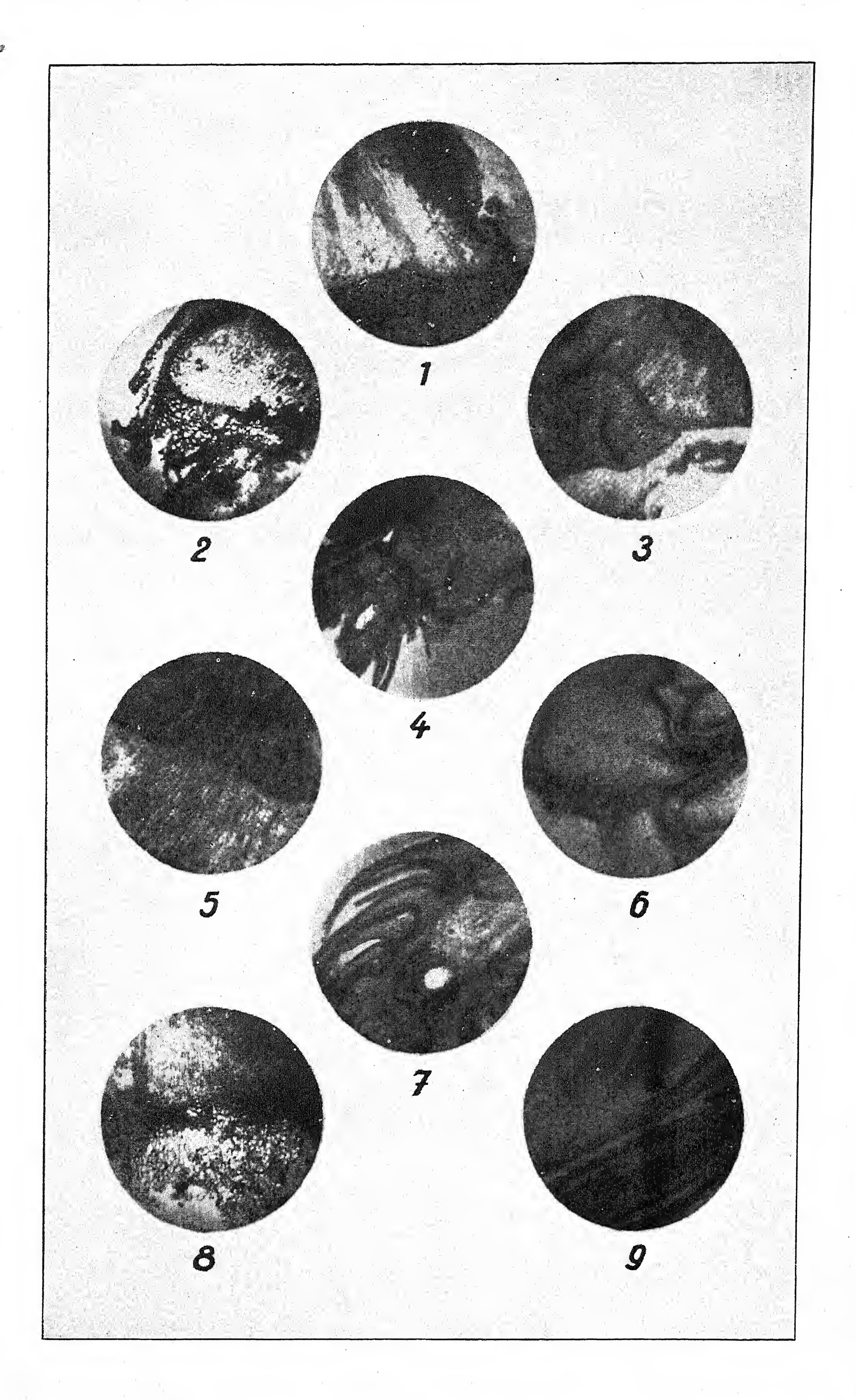
1904. WESENBERG-LUND: Studier over de Danske Söers Plankton. Dansk Ferskvands — Biol. Labor.

1912. WOLOSZYNSKA, J.: Plankton der Kujawischen Seen und Teiche. Jahrbuch des Ver. der Naturfreunde (polnisch).

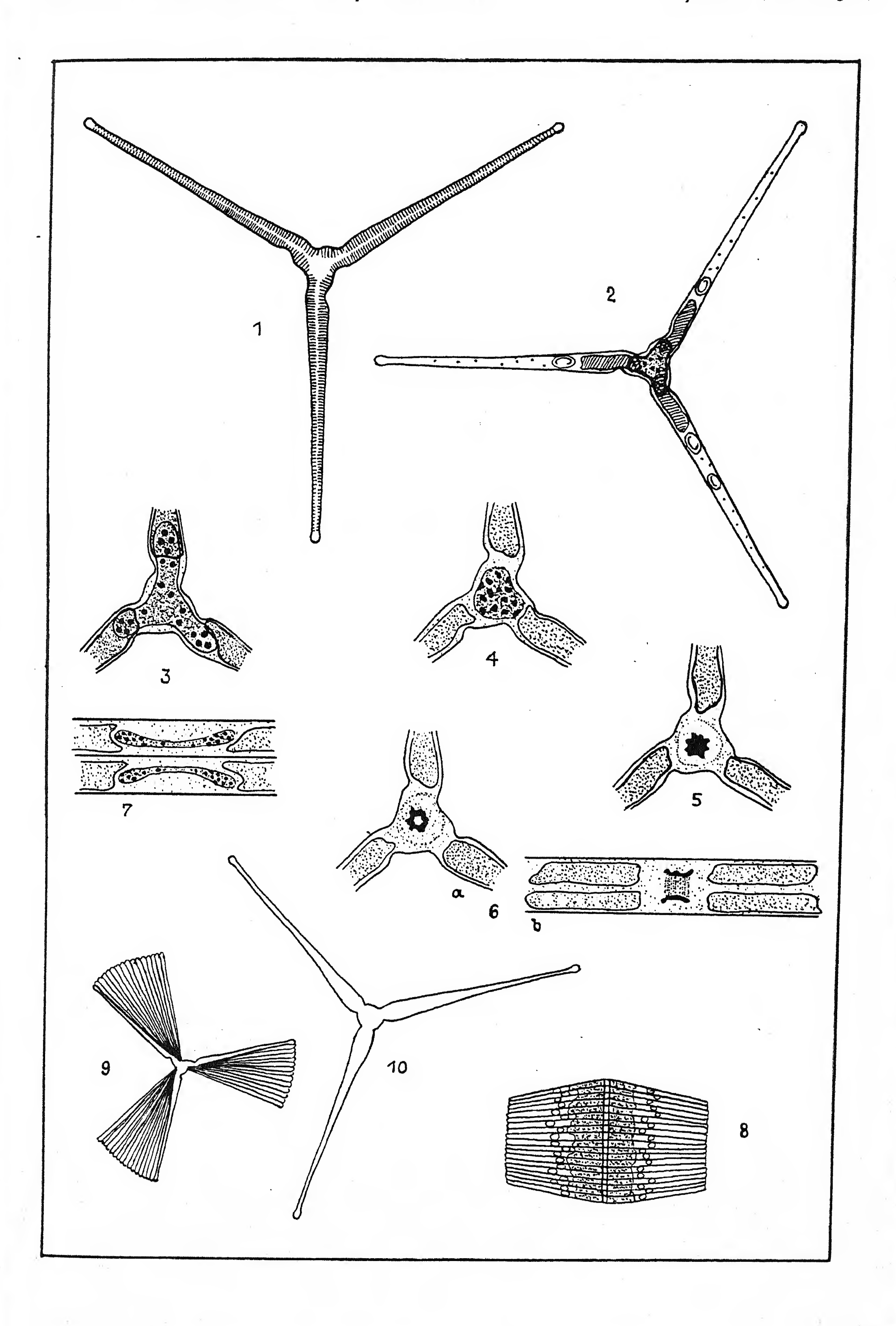
1913. —, —: Beitrag zur Kenntnis des Planktons der Kujawischen Seen. Sitzungsber. der Warschauer Gesellsch. d. Wissensch. (polnisch.)

Figurenerklärung zur Tafel V.

Fig. 1. Schalenansicht von *Centronella reicheltii* Voigt. 1300 : 1.
„ 2. Zellinhalt. 1300 : 1.
„ 3. Ruhekern. 2000 : 1.
„ 4. Kernteilung (Prophase). 2000 : 1.
„ 5. „ (Spiremstadium). 2000 : 1.
„ 6. „ (Anaphase). 2000 : 1.
„ 7. „ (späte Telophase). 2000 : 1.
„ 8. Kolonie auf Richteragar (2½ Wochen alt). 500 : 1.
„ 9. Tordierte Agarkolonie (4 Wochen). 500 : 1.
„ 10. *Centronella rostafinskii* Woloszynska. 1000 : 1. (Nach WOLOSZYNSKA).


1
2
3
4
5
6
7
8
9




1
2
3
4
5
6
a
b
7
8
9
10

Sitzung vom 24. Juni 1927.

Vorsitzender: Herr H. MIEHE.

Der Vorsitzende verliest das Dankschreiben, das von unserem korrespondierenden Mitglied Herrn Dr. Otto Stapf auf den Glückwunsch zu seinem 70. Geburtstag eingegangen ist.

Von dem Ausschuß zur Vorbereitung des fünften Internationalen Kongresses für Vererbungswissenschaft, der in Berlin vom 11. bis 18. September 1927 tagt, ist eine Einladung eingegangen, deren wesentlicher Inhalt von dem Vorsitzenden bekanntgegeben wird. Nähere Auskunft über alle den Kongreß betreffenden Angelegenheiten erteilt auf Wunsch Herr Professor Dr. ERWIN BAUR in Berlin-Dahlem, Schorlemerallee.

Als neue Mitglieder werden vorgeschlagen:

Hosseus, Dr. **C. C.**, Professor der Botanik, Direktor des Botanischen Institutes in **Cordoba** (Argentinien), Casilla Correo 74 (durch H. FITTING und S. V. SIMON),

Reinau, Dr. **Erich**, in **Berlin-Lichterfelde-Ost**, Heinersdorfer Str. 26 (durch K. SNELL und G. HÖSTERMANN),

van Slogteren, Dr. **E.**, Professor, Direktor des Laboratoriums voor Bloembollen-onderzoek in **Lisse** (Holland) (durch O. APPEL und G. GASSNER).

Zu ordentlichen Mitgliedern werden ernannt:

Bortels, Dr. **H.**, Bakteriol. Assistent in **Berlin-Dahlem**,
Frase, **L.**, Lehrer in **Schneidemühl**,
Niethammer, Dr. **Anneliese**, Assistentin in **Prag I**,
Tabenzki, Dr. **Alexander**, Professor in **Kiew**,
Timmel, Dr. **Hermann**, Assistent in **Gießen**,
Übelhör, Dr. **Fritz**, Oberstudienrat in **Nürnberg**,
Wetzel, **Gerhard**, cand. rer. nat. in **Kiel**.

Herr E. ULBRICH demonstrierte ein Modell von *Clathrus cancellatus* L., das Herr Professor Dr. H. LOHWAG-Wien anfertigen ließ. Das Modell stellt einen Fruchtkörper des Pilzes im Quer- und Längsschnitt dar und ist in seiner oberen Hälfte zerlegbar, so daß sich der innere Bau in allen Einzelheiten gut erkennen läßt. Der Konstruktion des Modells liegt zu Grunde H. LOHWAGs Arbeit: Die Homologien im Fruchtkörperbau der höheren Pilze (Biologia Generalis, vol. II, No. 1/2, Wien 1926). Der Vortragende schilderte zunächst den Bau eines *Amanita*-Fruchtkörpers im Jugend- und

Alterszustand, insbesondere die Entstehung der Hüllen-Bildungen (Volva, Manschette) und verglich damit den Bau von *Phallus impudicus*. Nach LOHWAGs Ansicht ist die bisher als zur Volva gehörig betrachtete Gallertbildung als Hut aufzufassen, der entsprechend den übrigen Hutpilzen sein Hymenophor auf der Unterseite ausbildet. Wie bei *Amanita* die Manschette eine Bildung der Lamellenschneiden ist — die Streifung der Manschette läßt diese Entstehung erkennen —, so ist bei *Phallus* der nach der Streckung des Stieles emporgehobene, glockenförmige, morchelähnliche Teil als homologe Bildung, als Manschette, aufzufassen. Die morchelartige Oberfläche erklärt sich daraus, daß das Hymenium aus Gleba-Kammern besteht, deren Abdrücke dementsprechend als Leisten und Gruben erscheinen. Der Hut von *Phallus* wird bei der Streckung des Stieles an der Spitze durchbrochen, gleitet infolge seiner schlüpfrigen Beschaffenheit ab und bleibt in der Volva am Grunde des Stieles liegen. Die Gleba mit der grünen Sporenmasse wird von der grubigen Manschette emporgehoben und tropft ab. Bei dieser Auffassung der Volvagallerte als homolog dem Hute fügt sich *Phallus* dem normalen Aufbauplan eines Fruchtkörpers ungezwungen ein, während nach der sonst allgemein üblichen Auffassung der rudimentäre Hut sein Hymenophor abweichend auf seiner Oberseite ausbilden müßte.

Danach wird dann auch der Bau von *Clathrus* leichter verständlich. *Amanita* und *Phallus* sind „Einhüter", *Clathrus* ist dagegen ein „Vielhüter": von einem gemeinsamen Strunke im Grunde des Fruchtkörpers entspringen Stiele, die je einem Einzelfruchtkörper von *Phallus* entsprechen. Infolgedessen stellt die Volvagallerte bei *Clathrus* die Summe der Einzelhüte dar, die aber, ihrer Entstehung entsprechend, nicht glockig sind, sondern meist fünfseitigen sphärischen Pyramidenstümpfen gleichen. Die einzelnen Hüte entwickeln ihr Hymenophor und dementsprechend ihre Manschetten an ihren unteren Kanten. Die Gesamtheit dieser Manschetten stellt das Gitterwerk von *Clathrus* dar, das bei seiner Streckung die Eihülle (Volva) zerreißt. Die gallertigen Hüte mit dem größten Teile der Gleba fließen herunter; nur ein Teil der Gleba bleibt an den Innenbalken des Gitters haften. In dem Modell sind die aus der Palisade (Hymenophor-Anlage) hervorgehenden Teile (Hymenium und Gitter) rot, die Stieltrama grün, die Huttrama gelb, die Eihülle weiß gehalten. Durch aufgemalte Zeichnungen mit Zahlen und Buchstaben sind Einzelheiten der Entstehung der Glebakammern, Zwischengewebe und anderer Teile des Fruchtkörpers an dem Modell zu erkennen.

Mitteilungen.

33. E. Bergdolt: Über die Saugkräfte einiger Parasiten.

(Mit 1 Abbildung im Text.)

(Eingegangen am 20. Mai 1927. Vorgetragen in der Maisitzung.)

Wenn Substanzen einer lebenden Pflanze in den Organismus einer anderen übergehen, so kann dieser Vorgang entweder „aktiv“ oder „passiv“ vor sich gehen. Erfolgt er (z. B. von der abgebenden Pflanze aus betrachtet) „passiv“, so muß man annehmen, daß in der neuen, aufnehmenden Pflanze eine Kraft wirkt, welche die Substanzen aus ihrem bisherigen Verband heraus- und in den neuen herüberzieht.

Eine solche Kraft, bzw. der Überschuß einer solchen Kraft, ist tatsächlich vorhanden, denn da bekanntlich alle lebenden Zellen im nichtturgeszenten Zustande über mehr oder weniger große Saugkräfte verfügen, ist durch ein Saugkraftgefälle bereits die Ursache für Ausgleichsbewegungen des Zellinhalts gegeben.

Wie nun eine Zelle auf Grund ihrer größeren Saugkraft aus einer ihr benachbarten Zelle Wasser etc. entnehmen kann, so vermag auch bei zwei Pflanzen, die als „Parasit“ und „Wirtspflanze“ aufeinander wirken, eine Übermacht an Saugkraft in den Absorptionszellen des Parasiten die „Wirtspflanze“ zur Herausgabe von Substanzen zu veranlassen. Die größere Saugkraft entscheidet letzten Endes auch darüber, ob sich eine Pflanze überhaupt als „Parasit“ auf einer anderen ansiedeln kann.

Über die Größe der Saugkräfte, die in parasitischen Pflanzen und besonders in deren Saugorganen wirksam sind, und über die zu erwartenden Unterschiede gegenüber den Saugkräften der angegriffenen Gewebe ihrer Wirtspflanzen ist bisher noch nichts bekannt geworden. Vielleicht vermögen die folgenden Untersuchungen, die bei einigen Vertretern der phanerogamen Parasiten durchgeführt wurden[1]), einen ersten Einblick zu geben über die

1) Untersucht wurde eine kleine Anzahl von Arten, die aus dem Garten des botanischen Instituts oder dem nahen Nymphenburger Park nach Abschneiden unter Paraffinöl zur weiteren Bearbeitung rasch hereingeholt werden konnten.

Saugkraftverteilung bei diesen biologisch und physiologisch interessanten Pflanzen.

Die Arbeitsweise erfolgte nach den Methoden II und III von URSPRUNG und BLUM (4—6) mittels Einlegen von Schnitten in Paraffinöl bzw. Rohrzuckerlösungen verschiedener Konzentration. Die erste Methode (Messung des Zollvolumens) kam nicht in Anwendung, da sich mit ihr, besonders bei den Zellen des Parasitengewebes, nur unsichere, wenig brauchbare Resultate erzielen ließen. Meistens wurden die Messungen nach der verbesserten zweiten Methode URSPRUNGs und BLUMs (5) (Feststellung der Flächenänderung der Zellen) durchgeführt. Diese Methode kam in erster Linie für alle Messungen in Betracht, welche die Bestimmung der Saugkraftwerte zum Ziele hatte, die in den Haustorien bzw. Haustorialfortsätzen und den von diesen unmittelbar angegriffenen Geweben der Wirtspflanze herrschen. Die dritte Methode URSPRUNGs (3) (Längenveränderung von Gewebestreifen) eignete sich für die vergleichenden Saugkraftbestimmungen an Blättern und Blütenteilen von Wirtspflanze und Parasit. Die durch äußere Einflüsse bedingte rasche Veränderlichkeit der Saugkraft, wie sie besonders BLUM (1) bei seinen zahlreichen Untersuchungen an Alpenpflanzen aufgezeigt hat, gestattet einem einzelnen Beobachter nicht, ohne weiteres vergleichbare Werte anzugeben; deshalb habe ich nach Möglichkeit außer dem genauen Zeitpunkt die jeweiligen Außenfaktoren, wie allgemeine Witterung, Temperatur und Luftfeuchtigkeit notiert. Die Objekte erforderten mehrmalige Untersuchung, doch sind immer nur diejenigen Daten angegeben, an denen ein endgültiger, sicherer Wert gefunden wurde.

Es seien zuerst die Ergebnisse der Saugkraftmessung angeführt, die von dem grünen Halbparasiten *Pedicularis foliosa* auf *Carex brizoides* gewonnen wurden.

Bei Messungen am 23. Juni, nachmittags 2 Uhr (Boden mäßig feucht, Temp. 17 Grad), wurde im Haustorium eine Saugkraft von 7,8 Atm. festgestellt und zur selben Zeit unter den gleichen Außenbedingungen in den mit Stärke vollgefüllten Zellen einer 6 mm dicken Speicherwurzel 8,1 Atm. Ein schwaches Ansteigen der Saugkraft vom Haustorium bis zur Speicherwurzel scheint hier vorhanden zu sein. Bei Parasiten dagegen, die mittels ihrer Haustorien auch organische Substanzen aufnehmen, die also z. B. die Stärke für ihre Speicherorgane „von unten" und nicht aus eigenen assimilierenden Blättern beziehen, erwies sich die Saugkraft der Speicherzellen meist als wesentlich geringer als die der

Haustorialzellen. Eine Erklärung dieser Eigentümlichkeit wird weiter unten gelegentlich der Besprechung von *Lathraea* versucht.

Die Messungen im Rindenparenchym einer 1,5 mm dicken *Carex*wurzel lieferten am 7. Juni, 2 Uhr (Boden feucht, am Morgen noch Regen), einen Wert von 5,8 Atm.

Die Blattspreiten von *Pedicularis* ergaben am 9. Juni, 2 Uhr (Temp. 18 Grad, relative Feuchtigkeit der Luft 65; 8 Stunden zuvor noch Regen), einen Wert von 10,5 Atm., während von den zur selben Zeit gemessenen *Carex*blättern infolge ihrer Starrheit keine genauen Resultate zu erhalten waren; ihr Saugkraftwert scheint aber 12 Atm. zu übersteigen.

Da es nicht möglich ist, alle aufeinanderwirkenden Teile des Parasiten und seiner Wirtspflanze gleichzeitig zu untersuchen, können diese Resultate, wie auch die bei den übrigen Arten erhaltenen, infolge der fortwährenden mehr oder weniger großen Schwankungen der Größe der Saugkraft die tatsächlichen Saugkraftverhältnisse natürlich nur annäherungsweise andeuten. Doch darf man aus den erhaltenen Werten wohl entnehmen, daß an den Angriffstellen dieses Parasiten auf die Wirtswurzeln nur geringe Saugkraftdifferenzen herrschen.

Bereits SENN (2), der den „osmotischen Druck" von *Pedicularis silvatica* und *Carex flava* untersuchte, fiel eine geringe Turgordifferenz (ca. 1 Atm.) zwischen dem Parasiten und der befallenen Pflanze auf; jedoch ist mir nicht bekannt, welche Teile bzw. Organe der Pflanzen damals gemessen wurden. Auch nach VOLCKART (7) ist *Pedicularis* fol. ein „schwacher Parasit, wohl vorherrschend hydroparasitierend"; für seine Ansprüche genügt offenbar schon ein geringes Saugkraftgefälle.

Als Vertreter der Holoparasiten kamen *Cuscuta arvensis*, *Orobanche speciosa*, *Lathraea squamaria* und *Lathraea clandestina* zur Untersuchung.

Die von *Cuscuta arvensis* befallenen Kleepflanzen *(Trifolium pratense)* wurden in eine Schale Paraffinöl gebogen und unter dem Spiegel der Flüssigkeit abgeschnitten. Auch die weitere Anfertigung der Schnitte erfolgte stets im „neutralen Medium". Zur Ermittlung der relativen Luftfeuchtigkeit wurde ein Hygrometer neben die Pflanzen auf den Boden gestellt; desgleichen die Temperatur am Standort mittels eines in ungefährer Höhe der Haustorien über dem Boden angebrachten Thermometers gemessen.

Messungen, die ein brauchbares Ergebnis über die Saugkraft des *Cuscuta*-Haustoriums lieferten, wurden am 4. August, vormittags

8^{30} Uhr, vorgenommen. Die Witterung war schön, ebenso Tags zuvor; die Temperatur am Standort betrug 13 Grad, die Luftfeuchtigkeit 80; doch waren die Pflanzen noch mit Tau bedeckt, so daß die unmittelbar einwirkende Feuchtigkeit sicher noch größer war. In den hyalinen, langgestreckten Zellen des Saugfortsatzes herrschte eine Saugkraft von 11,1 Atm., während sie in den parenchymatischen Gewebezellen des *Cuscuta*stengels unmittelbar über dem Saugfortsatz 12,7 Atm. zeigte. Zwei Tage später, morgens 9^{30} Uhr, unter ähnlichen Außenbedingungen (Temp. 15 Grad, Hygr. 77, Tau!, am Abend zuvor Regen) zeigten junge dünne *Cuscuta*sprosse einen Saugkraftwert von 15,4 Atm., während die gleichzeitig untersuchten *Trifolium*blätter eine Saugkraft von 16 Atm. entwickelten. Die von dem Parasiten befallenen Blattstiele von *Trifolium* ergaben Werte von ca. 8 Atm. (21. August, 10 Uhr vorm., Temp. 19 Grad, Hygr. 80). Im Vergleich zur Gesamtgröße der Pflanze sind die Haustorien bei *Cuscuta* relativ größer und zahlreicher ausgebildet als z. B. bei *Lathraea* oder *Orobanche*. In diesem Fall genügt offenbar bereits eine nicht sehr hohe Saugkraftdifferenz zu holoparasitischer Lebensweise.

Das Haustorialgewebe von *Orobanche speciosa* und die von ihm befallene Wurzel von *Vicia faba* konnten am 19. August, vorm. 9 Uhr, gleichzeitig untersucht werden. Tags zuvor war etwas Regen gefallen, der Boden jedoch ziemlich trocken (locker). Die Lufttemperatur betrug 18 Grad, die Feuchtigkeit 70. Die Bodentemperatur wurde ca. 6 cm unter der Oberfläche mit 17 Grad gemessen. Die ca. 1 mm dicke *Vicia*wurzel war durch das *Orobanche*-Haustorium vollkommen erschlossen. Die parenchymatischen Zellen der Wurzel, welche unmittelbar an das saugende Gewebe des Parasiten angrenzten, lieferten einen Wert von 8 Atm., während die Haustorialzellen eine Saugkraft von 12,7 Atm. entwickelten, die im Gewebe über dem Haustorium noch bis auf 14 Atm. anstieg. Ein deutliches Saugkraftgefälle von 4,7 Atm. ist also vorhanden. Der ursprüngliche wirkliche Saugkraftwert der parenchymatischen Rindenzellen der *Vicia*wurzel vor und kurz nach dem Eindringen des Haustoriums dürfte wohl weit geringer als 8 Atm. gewesen sein. Denn die osmotisch wirksamen Substanzen, von denen die an das Haustorium angrenzenden und von diesen bereits mehr oder weniger ausgesaugten Wurzelzellen in jenem vorgeschrittenen Stadium des Befalls gefüllt sind, setzen sich bereits zusammen aus Stoffen, die das Haustorium aus weiter zurückliegenden Zellen der Wirtswurzel auf sich konzentriert hat. URSPRUNG und BLUM (6), die bei — allerdings jungen und in Sägespänen kultivierten — *Vicia*-

pflanzen die Wurzeln knapp hinter der Spitze untersuchten, fanden ziemlich niedere Werte.

Von oberirdischen Organen wurde bei *Orobanche* am 18. August, vorm. 9 Uhr (bedeckt, Temp. 18 Grad, Hygr. 78), die Oberlippe der Blüte gemessen und ein Wert von 11,1 Atm. gefunden. Die Blätter von *Vicia* lieferten dagegen am 21. August, 11 Uhr vorm. (Temp. 19 Grad, Hygr. 68), einen Wert von 19,4 Atm.

Zweifellos ist *Orobanche* ein kräftiger Schmarotzer. Ein Saugkraftüberschuß von $>$ 4,7 Atm. reicht jedenfalls bereits hin, der Wirtspflanze ziemliche Mengen Substanzen zu entreißen.

SENN (2), der von HÄGLER den osmotischen Druck auch bei *Orobanche* und einer Wirtspflanze (*Galium*) bestimmen ließ, hebt bereits die geringe gefundene Turgordifferenz von nur ca. 1,75 Atm. als auffallend hervor, gibt jedoch leider nicht an, welche Pflanzenteile gemessen wurden. Aus dem osmotischen Druck eines Gewebes kann man allerdings ohne Berücksichtigung der Wassersättigung und der äußeren Faktoren noch nicht auf dessen Saugkraft schließen. SENN vermutet, daß die dickstengeligen *Orobanchen* in ihrer Wasseraufnahme sich ähnlich wie die Sukkulenten verhalten. Die Sukkulenten verfügen, wie neuere Untersuchungen gezeigt haben, über relativ niedere Saugkräfte, die sie aber schon instand setzen, Wasser und anorganische Stoffe aufzunehmen. Die Haustorien der holoparasitischen *Orobanchen* dagegen entnehmen auch beträchtliche Mengen organischer Substanzen ihrem lebenden organischen Nährsubstrat. Eine relativ hohe Saugkraft ist dabei sicher von Vorteil, insofern sie jene Variante des pflanzlichen Lebens wohl überhaupt erst ermöglicht.

Beträchtliche Saugkraftdifferenzen bestehen zwischen den Haustorien der dicken Parasiten *Lathraea squamaria* und *Lathraea clandestina* einerseits und ihren Wirtswurzeln andererseits.

Die untersuchte *Lathraea squamaria* schmarotzte auf *Prunus padus*. Eine ca. 25 cm tief im Boden liegende *Prunus*-Wurzel, die am 20. Mai, morgens 6 Uhr, gemessen wurde (Erde mäßig feucht, Temp. 5 Grad), entwickelte in ihrem Rindenparenchym eine Saugkraft von durchschnittlich 3,7 Atm. Die gleichzeitig untersuchten stärkespeichernden Zellen von Schuppen des ca. 20 cm tief im Boden wuchernden *Lathraea*-Rhizoms ergaben 14,3 Atm. Saugkraftwert. Die Pflanzen waren im Stadium der Samenreifung. Eine Bestimmung der Saugkraft, welche die Blätter von *Prunus Padus* 4 m über dem Boden ausübten, ergab am 4. Juni, nachm. 2½ Uhr, bei einer Lufttemperatur von 9 Grad und einer relativen Feuchtigkeit von 70 den hohen Wert von 19,6 Atm.

Eine gemeinsame Untersuchung von Haustorialknopf und Haustorialfortsatz gelang am 28. Mai, vorm. 9 Uhr (Erde mäßig feucht, Temp. 12 Grad). Die zu untersuchenden Wurzeln wurden aufgegraben, am Standort in eine Schale mit Paraffinöl getaucht und in dem Öl gleich (mit Rücksicht auf die spätere Anfertigung der für die mikroskopische Messung erforderlichen Schnitte) auf eine handliche Größe von ca. 10 cm zugeschnitten. Die Haustorien befanden sich ca. 25 cm unter der Erdoberfläche in Funktion. Es ist beachtenswert, daß die hyalinen Zellen des Haustorialfortsatzes eine Saugkraft von 22,7 Atm. entwickelten, während an denselben Schnitten die in den Zellen des Haustorialknopfes wirkende Saugkraft nur noch 17 Atm. betrug, also um 5,7 Atm. niedriger war (Textabb., Fig. A).

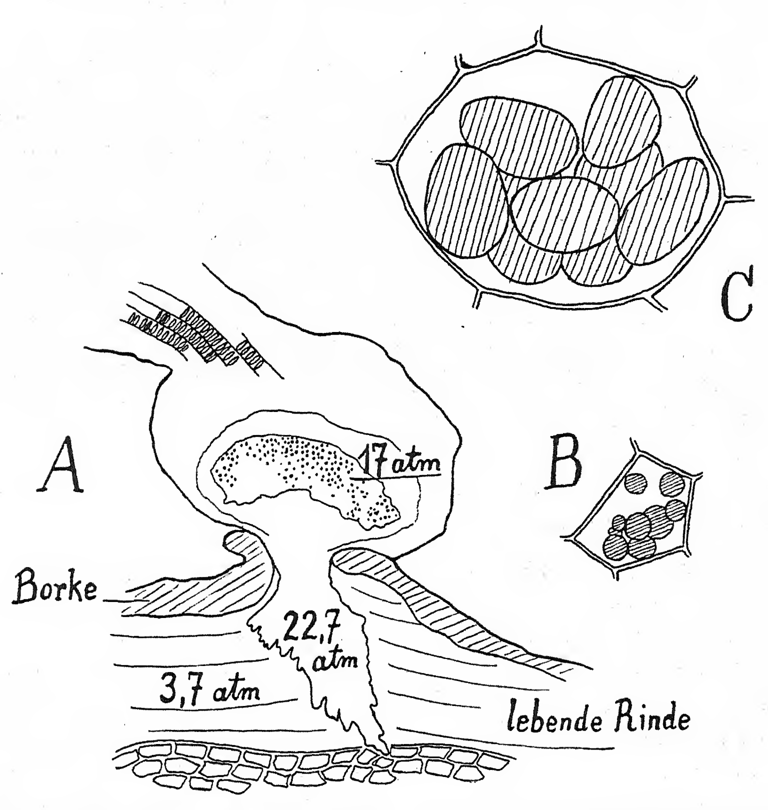
Ähnlich sind die Verhältnisse bei der gleichfalls untersuchten *Lathraea clandestina*, die auf *Salix cinerea* schmarotzte.

Eine 8 mm dicke *Salix*-Wurzel wies in ihren stärkehaltigen Rindenparenchymzellen 4,2 Atm. Saugkraftwert auf (2. Juni, nachm. 2 Uhr, feuchter, lehmiger Boden). Die am selben Nachmittag bei gleichen Außenbedingungen gemessenen großen stärkespeichernden Zellen der Rhizomschuppen von *Lathr. cland.* besaßen eine Saugkraft von 11,7 Atm.

Am 4. Juni, nachm. 2½ Uhr (Hygr. 72), zeigten *Salix*-Blätter (2 m über dem Boden) eine Saugkraft von ca. 16 Atm., Kelchblätter von *Lathraea clandestina* 14,6 Atm. Die Bestimmung der Saugkraftwerte des Haustoriums wurde am 31. Mai, nachm. 2 Uhr, durchgeführt. Die Haustorien saßen auf einer ca. 8 mm starken Weidenwurzel. Die gelbe lehmige Erde war sehr feucht. Der Fortsatz, der erbeutete Substanzen von ziemlich hohem osmotischen Eigenwert aufzusaugen und weiterzuleiten hat, arbeitet mit einem Wert von ca. 19,6 Atm. Im Haustorialknopf fällt die Saugkraft auf 15 Atm. Eine noch geringere Saugkraft (11,7 Atm.) übt das Rhizom aus.

Allgemein ist zu sagen: Die Blätter der Wirtspflanzen, soweit sie hier untersucht wurden, zeigen doch immer noch höhere Saugkräfte als die oberirdischen Teile der Parasiten. Ein Saugkraftgefälle zugunsten der letzteren besteht nur an den Angriffsstellen der Haustorien. Die Schädigung und Gefährdung einer befallenen Pflanze ist somit in der Regel doch nur lokal und ein Absterben der ganzen Pflanzen nur bei stärkerem Befall durch mehrere Exemplare des Parasiten zu erwarten. Die eigenartige Saugkraftverteilung bei *Lathraea* bedarf noch der Besprechung.

Daß die beim Wassertransport in einer Pflanze wirkenden Kräfte von den Organen der Wasseraufnahme bis zu denen des größten Wasserverbrauchs sich durchaus nicht an einen theoretisch gern vorgeschriebenen, kontinuierlich ansteigenden Weg halten,



Figur A, Vergr. 25×, etw. schematisiert. Beispiel der Saugkraftverteilung im Haustorium von *Lathraea squamaria*.

Figur B, Vergr. 172×, Zelle aus dem Haustorialknopf von *L. squam.*, in der 17 Atm. Saugkraft festgestellt wurden.

Figur C, Vergr. 172×, Zelle aus dem Speichergewebe der Rhizomschuppen von *L. squam.* mit großen Stärkekörnern; die Saugkraft dieser Zelle betrug 14,3 Atm.

haben schon Fälle wie der von URSPRUNG und BLUM entdeckte „Endodermissprung" erwiesen. Ein Beispiel dafür, daß die Saugkraftwerte im Laufe der Wasserwanderung schwanken, bietet auch *Lathraea*. Ihre Haustorien bilden in Bezug auf Nahrungs- und

Wasseraufnahme das physiologische Analogon von Wurzel und Blatt der autotrophen Pflanzen. Die hohen Saugkraftwerte, die in den Zellen des Haustorialfortsatzes wirken, sind in keinem Teil des Parasiten wiedergefunden oder gar übertroffen worden. Und doch bewegt sich das Wasser nicht aus dem Parasiten zu dessen Saugorgan, sondern der Weg verläuft bekanntlich gerade umgekehrt.

Da die Haustorialzellen durch Enzyme, die sie ausscheiden, die angegriffenen festen mechanischen Holz- und Rindenzellen etc. aufweichen und meist mehr oder weniger auflösen, sind die Haustorialzellen nur unbeträchtlich in ihrer Volumenausdehnung behindert. Die Konzentration und Saugkraft des Zellinhalts kommt hier also mehr zur Geltung, da der Wanddruck und der „Außendruck, der sich zum Wanddruck hinzuaddiert" (8), nicht mehr so stark sind. Die Haustorialzellen selbst besitzen ja gewöhnlich nur dünne, durchlässige Membranen. Zudem kann in oder vor dem Haustorialfortsatz eine Rückverwandlung z. B. von gelöster Stärke nicht stattfinden, da dort die in Richtung gegen die angegriffenen Pflanzen ausgeschiedenen Enzyme, darunter auch die stärkelösenden Enzyme, eine solche Rückverwandlung von vornherein unmöglich machen.

Anders ist die Sache im Haustorialknopf. In diesen ersten provisorischen Sammelstellen für die erbeuteten Stoffe erfolgt dann bereits wieder eine teilweise Rückverwandlung in osmotisch unwirksame Substanzen. Demzufolge fällt hier die Saugkraft. Hierauf folgt der Weitertransport transitorischer Stärke zu den Rhizomschuppen. In diesem „großen Proviantmagazin", wo die Reservestärke zeitlich länger und auch quantitativ in weit reichlicherem Maße aufgestapelt wird als in den Haustorialknöpfen, kann die Saugkraft noch weiter fallen. Es besteht hier wohl auch eine gewisse Beziehung zwischen der Größe der Zellen und Stärkekörner und der Höhe der Saugkraft (Textabb., Fig. B und C). In der Blüte wirkt dann wieder eine größere Saugkraft als im Rhizom.

Solche stufenweise Rückverwandlungen in osmotisch unwirksame Substanzen und eine offenbar vorhandene verschiedene Permeabilität der Zellwände wirken Rückschlagventilen analog und machen ein ununterbrochenes Ansteigen der Saugkraft, das einer Kraftvergeudung gleichkäme, entbehrlich. Man wird kaum fehlgehen mit der Annahme, daß hier eine Saug- und Pumpwirkung vorliegt und auch ein gewisser Rhythmus in der Zu- und Abnahme der

Saugkraft im Laufe des Weges, den die erbeuteten Substanzen in der Pflanze zurücklegen.

Herrn Geh. Rat v. GOEBEL danke ich für die freundliche Überlassung eines Arbeitsplatzes.

München-Nymphenburg, Botanisches Institut.

Literaturverzeichnis.

1). BLUM, G.: Untersuchungen über die Saugkraft einiger Alpenpflanzen. Beih. z. Bot. Centralblatt, Bd. 43, 1, 1926.

(2). SENN, G.: Der osmotische Druck einiger Epiphyten und Parasiten. Verhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft in Basel, Bd. XXIV, 1913, S. 179.

(3). URSPRUNG, A.: Zur Kenntnis der Saugkraft. VII. Berichte d. Deutschen Bot. Ges., 1923, Bd. XLI, S. 338.

(4). URSPRUNG, A., und BLUM, G.: Zur Methode der Saugkraftmessung. Berichte d. Deutschen Bot. Ges., 1916, Bd. XXXIV, S. 525.

(5). —, —, — —, —: Zur Kenntnis der Saugkraft. II. Berichte d. Deutschen Bot. Ges., 1918, Bd. XXXVI, S. 577.

(6). —, —, — —, —: Zur Kenntnis der Saugkraft. IV. Berichte d. Deutschen Bot. Ges., 1921, Bd. XXXIX, S. 70.

(7). VOLCKART, A.: Untersuchungen über den Parasitismus der *Pedicularis*-arten. Diss., Zürich 1899.

(8). WALTER, H.: Der Wasserhaushalt der Pflanze in quantitativer Betrachtung. Naturwissenschaft und Landwirtschaft, H. 6, 1925, S. 25

---

34. A. Maurizio: Wildwachsende Pflanzen, die berauschende Getränke liefern konnten.

(Eingegangen am 25. Mai 1927. Vorgetragen in der Maisitzung.)

Aus welchen zucker- und stärkehaltigen Rohstoffen wurden vor dem Anbau berauschende Getränke bereitet? Ich ging allen Quellen nach, deren ich habhaft werden konnte, enthielten sie darüber auch nur Andeutungen; benutzte auch die Erfahrungen, die ich erlangte durch meine Studien über die ursprüngliche Nahrung[1]).

Die Pflanzen, von denen die Rede ist, lassen sich wie folgt einordnen. Nymphaeaceae: *Nymphaea alba* L., aus ihren Wurzelstöcken wurde in Frankreich angeblich Bier gebraut. Caprifoliaceae: Beeren verschiedener Arten von *Lonicera* sind Sammlergut, die angeblich ein Getränk gaben. Die Beeren unserer Arten von *Sambucus* und außerdem von *S. canadensis* L. sind zu einem Hauswein erst in neuerer Zeit verarbeitet worden (STURTEVANT[2]). Aceraceae: aller Saft der Sirup liefernden Arten taugt zu sauren Aufgüssen wie zu gegorenen Getränken, indessen wird dies nur von *Acer pseudoplatanus* L. und von einem der vielen amerikanischen Zucker liefernden Ahornarten ausgesagt. Rosaceae: hier sind recht viele Arten von *Rubus* zu nennen, die von Naturvölkern massenhaft gesammelt, als Wintervorrat getrocknet und geröstet werden; besonders gilt dies von Nordamerika. Trotzdem bereiten die Indianer aus ihnen kein berauschendes Getränk, dagegen wohl die nordischen Völker Europas, wenn auch nicht in nennenswerter Menge. Unsere Erdbeeren und ihre in Nordamerika fast im Großen angebauten Arten liefern nur einen Gelegenheitstrunk. Pomaceae: die vorgeschichtlichen Wildäpfel und -birnen der Pfahlbauer eigneten sich nicht dazu, sie enthielten viel zu wenig Zucker. Onagraceae: *Epilobium angustifolium* L., aus den unterirdischen „Ausläufern" bereiten die Bewohner Kamtschatkas eine Art von berauschendem Getränk. Cucurbitaceae: *Citrullus vulgaris* Schrader liefert in einem Teil Rußlands gegorenes Getränk, ebenso in Marokko. Unsere Arbusen enthalten nach der Aussage von KOBERT zu wenig Zucker, zudem

1) Vgl. u. a. diese Berichte. Bd. 44. 1926. 168 ff.
2) STURTEVANT. Notes on edible plants. Albany N. J. 1919.

kommt die Pflanze bei uns wild nicht vor[1]). Saxifragaceae mit etwa 10 Arten von *Ribes*, die wohl alle wild wachsen; davon gibt es etliche, deren Beeren in Amerika und Asien in großen Mengen gesammelt werden. Doch es wird von nirgends gemeldet, daß der Beerensaft gegoren wird. Die Stachelbeeren taugen kaum dazu, und den Johannisbeerwein haben die Zivilisierten erfunden. Umbelliferae: die Arten von *Heracleum*, d. h. *H. Sphondylium* L., *H. sibiricum* L. (*H. flavescens* Baumg.) und *H. Panaces* L., von denen ich weiter unten rede. Cornaceae: *Cornus mas* L., das saftige Fruchtfleisch wird angeblich benutzt. Vaccinieae: Die Arten von *Vaccinium*, bei uns 3—4 und in Amerika ein ganzes Dutzend, besitzen wohl alle gärungsfähigen Saft. Unser Blaubeerwein dürfte neueren Ursprungs sein. Solche Weine sind von Naturvölkern nicht bekannt, trotz der sehr ausgedehnten sonstigen Benutzung. Für Nordamerika kommen besonders in Betracht: *Vaccinium oxycoccos* L. gen. *Cranberry* und *V. macrocarpus* Acton gen. *Mossberry*. Die Beeren der zuerst genannten wurden seit dem Jahre 1820 zu Wein gegoren, in größerem Maßstabe seit dem Jahre 1845. Für die in nördlicheren Gegenden verbreiteten *Mossberries* ist dies immerhin nicht ganz sicher[2]). Ericaceae: Es wird mehr vermutungsweise angenommen, die Beeren von *Arctostaphlylos Uva ursi* Sprengel seien gepreßt und gegoren worden. Gleichem dienten die folgenden: *Calluna vulgaris* Salisb. soll, gemischt mit Honig wilder Bienen, Festgetränk der Kelten gewesen sein. Unter *Gaylusacia baccata* oder *huckleberry* sind wohl die beiden Arten *G. frondosa* Torr. et Gray und *G. resinosa* Torr. et Gray zu verstehen. Trotzdem die Beeren, beliebt bei Weißen wie Indianern, massenhaft auf den Markt nordamerikanischer Städte kommen, ist von einem Getränk aus ihnen nirgends die Rede (PARKER, STURTEVANT, ROSENTHAL). Empetraceae: mit der weit verbreiteten Rauschbeere *Empetrum nigrum* L. Die Westeskimos lassen die Beeren als Wintervorrat gefrieren, die Grönländer bereiten aus ihnen ein alkoholisches Getränk, was wahrscheinlich gleichfalls bei uns früher geschah. Anacardiaceae: hierher gehört die für uns fremde *Rhus glabra*, die den Indianern wohl

---

1) QUEDENFELDT, M. Verh. Berl. Ges. f. Anthropol. Ethnol. 19, 1897. 277. KOBERT, R. Der Kwass. 2. Aufl. Halle a. d. S. 1913. 77 (da auch üb. *Heracleum* u. a m.)

2) NETOLITZKY, Fr. Oesterr. Bot. Ztschr. Jg. 1913. 43. Danach werden vom Volke unsere Arten von *Vacc.* sowie *Arctostaphylos officin.* und *Empetrum nigrum* samt und sonders Rauschbeeren genannt und dienen ihm zu berauschenden Getränken.

ein Getränk und Essig liefert, doch kein berauschendes Getränk. Betulaceae: *Betula alba* L. und *B. nigra* L. geben gegorenen Saft und Essig. Coniferae: Es handelt sich wohl um Beigabe zu gärungstauglicheren Stoffen, wenn von Bier aus Trieben der Nadelhölzer geschrieben wird. Es sollen die der *Picea excelsa* Link hierzu benutzt werden; gemeint ist the spray, d. h. das Reis. Gleiches wird von *P. nigra* Link. Nordamerikas berichtet; es handelt sich nach STURTEVANT um ein sprucebeer (Sprossenbier) genanntes Getränk. Die Beeren vom Wachholder sind wohl nur ein Zusatz zu Schnaps, kein Bierrohstoff.

Vorstehend sind Vertreter von 20 Familien oder größeren Pflanzengruppen vorgeführt, die in unseren Breiten, ihres Zuckergehaltes wegen, Gärungssaft abgeben konnten. Unterzieht man das recht bescheidene Ergebnis einer engeren Prüfung, so bleiben nur wenige zu schwach alkoholischen Getränken geeignete Pflanzenstoffe übrig, — die wirklich benutzt wurden. Die erste Stelle unter ihnen gebührt den Baumsäften aus *Betula alba*, *B. nigra* und Arten von *Acer*. Ferner weiß ich von Kennern des kleinrussischen Volkslebens, von den Herren NIK. MELNYK und WL. HNATIUK, daß im Osten *Prunus avium* in der Weise genutzt wird wie unsere Birke, ein Überrest früheren Gebrauches, der sonst verloren ging. In unseren Zeiten suchte man durch Zuckerzusatz kräftigere Getränke aus den Baumsäften zu erzeugen, enthalten doch die europäischen nur ein und höchstens bis gegen 2 % Zucker, die nordamerikanischen bis 6 %. Doch wird nirgends gemeldet, daß die amerikanischen Ahornsäfte zu gegorenem Getränk verarbeitet würden. Immerhin liegen hier wahrscheinlich ursprüngliche alkoholische Getränke vor, wie sie ebensogut verschiedene „wildwachsende Beeren und Früchte“ liefern konnten, also von Arten der Gattungen *Vaccinium*, *Ribes*, *Empetrum*, *Rubus* und *Lonicera* (*coerulea* L). Auf Kamtschatka werden die Früchte der genannten *Lonicera* zu dem gärenden Saft von *Heracleum* getan. Bei der Gelegenheit sei bemerkt, der Fliegenpilz *Amanita muscaria* L. gibt einen Schnaps und einen betäubenden Auszug, keinen Aufguß.

Neben den Baumsäften ist *Heracleum* der einzige wohlbeglaubigte Rohstoff für gegorenes Getränk. Der Saft wird zu einem „Wein“ vergoren, und erst die Russen hatten die Kamtschadalen gelehrt, daraus Schnaps zu brennen, wozu sie auch die Wurzel von *Heracleum* verwendeten. Weder der Wein noch der Branntwein, genannt Raka, kann sonderlich stark sein; unser Bärenklau ist kaum süß, es ist in ihm nur eine ganz geringe Zuckermenge nachweisbar. Es sollte dafür mehr Stärke vorhanden sein; das ist

aber auch nicht der Fall. Ob die Pflanze im Norden mehr Zucker bildet, will ich nicht entscheiden, aber auf alle Fälle kann sie nur ein ganz alkoholarmes Getränk liefern. Die vielmals seit dem 18. Jahrhundert genannten Fliegenpilz und Engelwurz *(Angelica)* gaben, wenn überhaupt, gleichfalls nur schwachalkoholische Getränke, die Verwendung zur Schnapsdestillation dürfte für beide neu sein. Nach HARTWICH ist der Barszcz aus Bärenklau (einer der ursprünglichsten milchsauren Aufgüsse) zunächst ein alkoholischer Aufguß gewesen, der sich später in einen sauren verwandelte[1]). Weit eher ist das Gegenteil richtig, wenn auch nicht zu beweisen. Gefällt es, den Barszcz „Biersuppe" zu nennen, wird niemand darüber streiten.

Werfen wir einen Rückblick auf die Pflanzenstoffe mit meist unmittelbar gärungsfähigen Zuckersäften, so ergibt sich folgendes. Die wilde Rebe, einheimisch seit den Pfahlbauern der jüngeren Steinzeit, hat wohl zu wenig Zucker geliefert, aber unsere entfernten Vorfahren hatten genug andere Säfte, um zu keltern. Unsere Apfelsorten mit dem Zuckergehalte von ungefähr 7 %, die Birnen bis zu dem von 8,5 %, standen freilich ihnen noch nicht zur Verfügung. Doch die meisten einheimischen wildwachsenden Beeren sind hierzu zuckerreich genug, stehen darin weit über *Heracleum*. So besitzen an Zucker die Himbeeren 3,9 %, die Brombeeren 4,44 %, die Erdbeeren und Johannisbeeren 6,2—6,4 %, die reifen Stachelbeeren 7,03 %. Trotzdem finden sich in der Literatur nur wenige Angaben, die zu Gunsten solcher Verwendung reden. Zwar sollen in der jüngeren Steinzeit und Bronzezeit die Pfahlbauer nördlich der Alpen, vom französischen Jura und Savoyen an bis nach den österreichischen Ländern, Wein aus Himbeeren und Brombeeren bereitet haben, auf der Südseite der Alpen von Varese bis nach Laibach von Cornelkirschen[2]). Keiner der Pfahlbauforscher hat jedoch diese Ansicht gestützt.

Es geht nicht an, dem urzeitlichen Menschen die Fähigkeit abzusprechen, Pflanzensäfte zu vergären, sie durch längeres Kochen an Zucker zu bereichern, durch Vermischen mit gerbstoffhaltigen Säften zu klären, — denn sie kannten viel schwierigere Verfahren der Arznei- und Nahrungsbereitung. Sie haben offenbar nicht danach gestrebt, sonst hätten sie aus stärkehaltigen Stoffen geistige Getränke bereitet, aus Bulben, Wurzeln, Grasfrüchten. Dennoch kannten die Urvölker ebenso den besonderen Wert des

---

1) HARTWICH, C. Apothekerzt. Jg. 25, 1911, Nr. 67. S. 703.
2) MORTILLET, G. DE. Rev. de l'École d'Anthropologie. 1897. 22.

milchigen Korns wie des gerösteten und gekauten. Sie rösteten gebrauchten Malz, wußten gleich den Tropenvölkern, welche Wirkung die im Munde gekauten Körner auf stärkehaltigen Absud ausüben, kannten also die zweckmäßige Vorbereitung des Brauens. Und wiederum ist dies von Völkern, die in der nördlich gemäßigten Zone vom Sammeln ohne Anbau leben, gänzlich unbekannt, und es ist zweifelhaft, ob unter den Zivilisierten dieser Zone sich Überreste finden lassen, die dazu gehören. So ist mit einiger Sicherheit anzunehmen, daß die erwähnten Verfahren bei den Urvölkern niemals zum Bereiten berauschender Getränke üblich gewesen sind. Es hat wahrhaftig der Gesellschaft der Sammler niemals an hierzu tauglichen stärkereichen Rohstoffen gemangelt, noch an der Kenntnis, auf die mannigfaltigste Weise daraus Nahrung zu bereiten; — auf die bewunderungswürdige Leistung habe ich hier bereits in meiner vorigen Mitteilung hingewiesen. Abgesehen von unterirdischen Pflanzenteilen, verteilt über das ganze System, führt meine nächstens bei Parey erscheinende Geschichte unserer Pflanzennahrung gegen 50 gesammelte Arten von Gräsern und Seggen an, deren Früchte 60 bis 75 % an Kohlenhydraten besitzen. Wichtiger waren für die Urvölker offenbar die süßen und sauren Aufgüsse von *Glyceria*, *Zizania*, *Psamma*, *Elymus*, *Carex*, von wild wachsenden Hirsen u. a. m., also kräftigende Breitrunke, keine Berauschungsmittel. Diese traten erst viel später auf, mutmaßlich in den Zeiten des entwickelten Hackbaus. Was dies bedeutet, wird der ermessen, der sich gegenwärtig hält, daß wir alle Speiseformen der unvergleichlichen Arbeit der Naturvölker verdanken. Die einzige Pflanze der modernen Spritbrennerei, die wild wächst und als Gebrauchsrest der ursprünglichen Gesellschaft angesprochen werden könnte, ist — merkwürdig genug — die Kornrade, die ja nirgends außerhalb der Äcker vorkommt. Jetzt wird im westlichen Sibirien *Agrostemma Githago* im Großen in einigen Kulturformen angebaut, sodann mit anderem Rohstoff gebrannt. Kornrade enthält über 60 % Stärke; vor dem Brennen wird sie durch Dämpfen unter Druck entgiftet[1]). Der eigenartige Brennereibetrieb knüpft jedoch nicht an Vergangenes an; alkoholhaltiger Radenaufguß ist weder bei Naturvölkern noch aus der Vorgeschichte bekannt.

Wären die geistigen Getränke ein so tief der Menschheit innewohnendes Bedürfnis, wie ihn einige, besonders deutsche und

1) Skalisuboff, N. Bullet. f. angew. Botanik (Petersburg) 4, 1911. 564. Kurze Notiz bei Wittmack, L. Landwirtschaftl. Samenk. Berlin 1922. (2. Aufl.) 277.

französische Schriftsteller hinstellen, so hätten schon aus den Urzeiten die Gräser und Seggen davon Zeugnis abgelegt. Es erscheint ziemlich sicher, daß die Sammler den Grasfrüchten kein alkoholisches Getränk abgewannen. Vielleicht ist der Honig wilder Bienen verdünnt und dann gegoren worden, da solches bei den Slaven bis in unsere Zeit geschah. Es sind aber über den Met keine Belege vorhanden, die über frühgeschichtliche Zeiten reichen. (Die Gärung des Milchzuckers der Milch scheint viel jünger zu sein).

Wann die Menschen anfingen zu keltern und zu brauen, läßt sich nicht genau entscheiden. Es ist behauptet worden, die ungemein zurückgebliebenen Australier, ausschließlich Sammler, kennen das Steinkochen noch nicht und deshalb auch nicht das Brauen. Sie verstehen nur zu braten und zu rösten. Das versteht sich von selber; wo kein Aufguß vorhanden ist, da kann auch kein gegorener sein. Ich darf dies Gebiet hier nicht eingehend genug behandeln. Es würde sich zeigen, daß fast die Hälfte der Menschheit, ganze Weltteile, dem Alkohol feindlich sind, und auch in recht vorgeschrittenem Landbau von ihm nichts wissen wollen. Aus *Zizania* kocht der Indianer ein vorzüglich schmeckendes süßes Getränk, ebenso aus Mais und gesammelten Beeren. VON DEN STEINEN[1]) sagt von den Völkern Zentralbrasiliens, die er besuchte, sie kennen gleichfalls kein berauschendes Getränk, leisten dagegen das Menschenmögliche in der Vertilgung ihres Aufgusses „des schmackhaftesten Breigetränks der Welt.“ Es mag beigefügt werden, daß heute noch neun Zehntel Argentiniens und Brasiliens frei sind von alkoholischen Getränken. In der Alten Welt herrschte vor dem Brotgetreide der Hirsebau auf dem bloß mit der Hacke bearbeiteten Boden. Ebensowenig wie aus der *Glyceria* und *Zizania* ist aus der Hirse ein berauschendes Getränk hergestellt worden. Dagegen kennen wir ein typisches saures Hirsegetränk, die Braha (Braga oder Braschka), von ebenso weltbeherrschender Bedeutung, wie es der Hirsebau gewesen ist. Der russische Kwass (KOBERT l. c.) ist ursprünglich wahrscheinlich ein Hirsetrank gewesen und wird heute noch überall getrunken, wo die Russen hingekommen. Der Gebrauch der Braga greift viel weiter aus: von Albanien über die ganze Balkanhalbinsel und ganz Rußland bis zur Mongolei.

---

1) VON DEN STEINEN, KARL. Unter den Naturvölkern Zentralbrasiliens. 2. Aufl., Berl. 1897, 205.

35. E. Bachmann: Zur Gonidienvermehrung bei Flechten.

(Mit 2 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 29. Mai 1927. Vorgetragen in der Junisitzung.)

Von der im Flechtenthallus regelmäßig erfolgenden vegetativen Teilung der Algenzellen kommen bei etlichen Krustenflechten Abweichungen vor, die das Verhältnis der Gonidien zum Flechtenpilz beleuchten und deshalb Erwähnung verdienen. Noch wertvoller sind in dieser Beziehung einige Fälle, wo der Flechtenpilz von außen kommende Algenzellen festgehalten und sich einverleibt hat.

Der erste ist am Lager von *Lecidea expansa* Nyl. = *L. erratica* Koerb., die auf kleinen Lesesteinen im Oldenburgischen gewachsen war, beobachtet worden. In den systematischen Werken wird dieses Lager als dünn, zusammenhängend oder feinrissig, oft firnisartig, glänzend oder etwas rauh beschrieben. Diese Angaben entstammen zum Teil sicher der Pyknidenform des Lagers, die sich durch größere Mächtigkeit, fast heteromeren Bau und zusammenhängende, braune, wenn auch nur einschichtige Rinde auszeichnet. Das Lager der Apothezienform ist beträchtlich dünner, gonidienärmer und ohne jede Andeutung von heteromeren Bau, wie Abb. 1, Fig. 1, ein 10 μ dicker Querschnitt durch einen 142 μ langen Lagerabschnitt, zeigt. Durch schmale Lücken zerfällt er in vier voneinander getrennte Teile. Der erste ist 38,3 μ mächtig, von sehr lockerem Bau und enthält kleine Gonidien durch seine ganze Dicke in 2—3 Schichten. Sie sind rundlich oder schwach tangential gestreckt und nie allseitig von Umhüllungszellen bedeckt. Der Gegensatz zwischen Mark und Gonidienzone besteht nirgends und auch eine Rinde hat sich nicht gebildet, wenn man nicht die 1—2 schichtige Lage rundlicher, farbloser Zellen so nennen will, die mit einigen Unterbrechungen zwischen R und R′ hinzieht. Auch der zweite, gonidienreichere, aber nur 23,4 μ mächtige Lagerteil wird von dieser Zellenlage überzogen, nicht aber der vorletzte und letzte mit 17 und 7,7 μ Mächtigkeit. Hier hat der Flechtenpilz nichts als einige kugelige Umhüllungszellen und wenige fädige Verbindungshyphen gebildet.

Außerhalb des Lagers, jedoch mit ihm durch kurze Stielchen verbunden, befinden sich die drei Gonidien a, b und c, von denen die beiden ersten in radialer Richtung auf das Doppelte ihrer ur-

sprünglichen Länge gewachsen sind, worauf a durch eine Querwand in zwei Zellen geteilt worden ist. Sie ruht auf einem zweischichtigen Stielchen, das außerdem eine kurze Hyphe bis zur Mitte des Gonidienpaares emporgesendet und damit begonnen hat, sie zu „umspinnen“. Bei b hat dieser Vorgang auch schon begonnen, wie der Querschnitt einer bis zur Mitte der Gonidie ge-

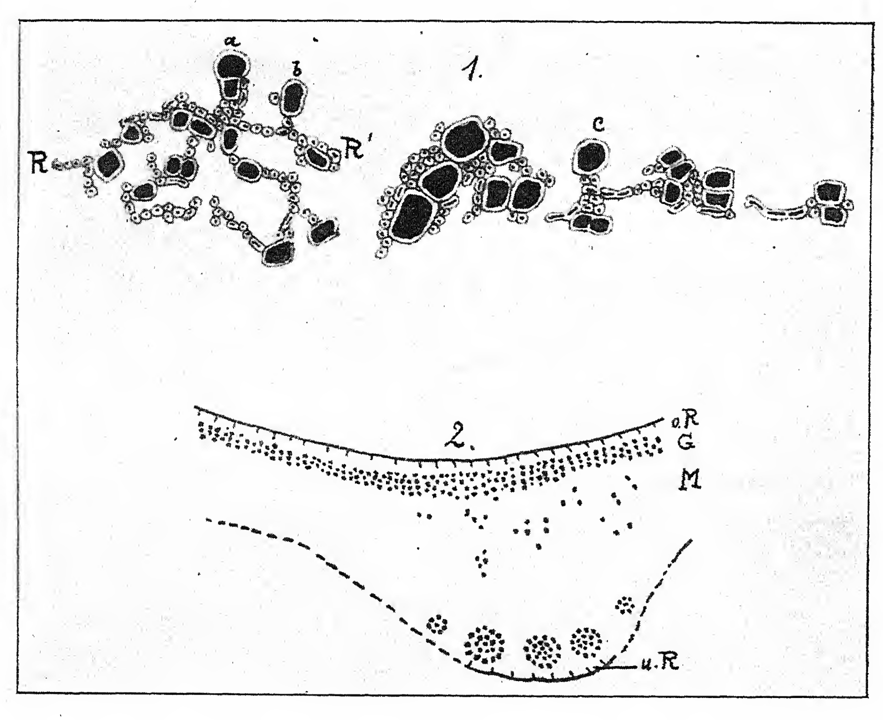


Abb. 1.

Fig. 1. Querschnitt durch den Thallus von *Lecidea expansa.* R R′ = Rinde. Weiteres im Text (670/1).

Fig. 2. Querschnitt durch ein Blatt von *Cladonia ochrochlora.* G = Gonidienzone, M = Mark, o R = oberseitige Rinde, u R = unterseitige Rinde (68/1).

langten Umhüllungshyphe erkennen läßt; ihr fädiges Unterende konnte an dem Nachbarschnitt nachgewiesen werden. Die Gonidie c ist bis jetzt nur durch ein aus 2 rundlichen Zellen bestehendes Stielchen emporgehoben worden. Alle drei sind von außen her auf das Flechtenlager gelangt, entweder angeweht durch Wind oder hingespült durch Wasser, zuerst Gonidie a, zuletzt c. Die

Wachstumserscheinungen beider Komponenten können bloß durch gegenseitige günstige Beeinflussung erklärt werden.

In viel höherem Maßstabe konnten diese Wachstumssteigerungen an der Unterseite eines Lagerblattes von *Cladonia ochrochlora* Flrk. aus dem Schwarzwald (von Lösch zwischen Steinwasen und Nothschrei gesammelt) festgestellt werden. Auf der weißen Unterseite von Lagerblättern verschiedener *Cladonien* findet man einzelne Soredien nicht gerade selten. Wenn ein solches Blatt seine Unterseite dauernd dem Lichte zuwendet, kann es vorkommen, daß solche angewehten oder angespülten Soredien zu einer zusammenhängenden Gonidienzone werden, über der eine ebensolche Rinde entsteht. Diesen Fall veranschaulicht Abb. 1, Fig. 2, eine schematisch gehaltene Zeichnung mit genauer Darstellung der Umrisse und der Gonidien (kleine Punkte), während echte Rinde durch senkrechte Strichelung an der die Außengrenze darstellenden ausgezogenen Linie angedeutet wird. An normaler Wandstelle (linkes Ende der Zeichnung) beträgt die Gesamtmächtigkeit 135,5 μ, wovon auf die Rinde 19 μ, auf die dreischichtige Gonidienzone 23 μ, auf das Mark 93,5 μ kommen. An der Hügelstelle war die Gonidienzone unter der oberseitigen Rinde bis 34 μ mächtig und vierschichtig geworden; außerdem waren aber auch noch einzelne Gonidien bis in 108 μ Tiefe vorgeschoben worden, wodurch die Schichtenzahl auf 8 gestiegen ist; das Mark aber ist von 93,5 auf 291 μ Mächtigkeit angewachsen, so daß es mit der unterseitigen Gonidienzone (34,6 μ) und Rinde (12 — 16 μ) zusammen einen Hügel von 425,6 μ Gesamtmächtigkeit bildet; das ist verglichen mit der normalen Wandstelle ein Dickenzuwachs von 100 auf 314. In dem Gipfelpunkt des Hügels liegen drei größere Gonidiengruppen, ehemalige Soredien, seitwärts von ihnen zwei kleinere, die erst später von den Markhyphen erfaßt und umwachsen worden sind, wie daraus hervorgeht, daß sich das Mark unter ihnen noch nicht zu lückenloser Rinde zusammengeschlossen hat. Sie sind auch wesentlich zellenärmer (dreischichtig) als die drei großen Gruppen. Weil diese fünfschichtig sind, ist die Schichtenzahl der Gonidien in der Hügelstelle auf 13 gestiegen (gegen 3 an der normalen Wandstelle).

Zu all diesen Veränderungen kommt noch, daß die oberseitige Rinde in der Region des stärksten Wachstums, d. h. soweit die unterseitige Rinde reicht, bis zu 52 μ dick geworden ist, indem ihre Zellen auf mehr als das Doppelte gewachsen und ihre Höhlungen entsprechend weiter geworden sind, ohne daß ihr Plasma degeneriert wäre.

Beide Komponenten der Flechte sind in ihrem Wachstum bedeutend gefördert worden von dem Augenblick an, da die Hyphen des unterseitigen Marks von den angespülten Soredien Besitz ergriffen hatten.

Näheres über die Einwirkung fremder Soredien auf die Unterseite eines *Cladonia*blattes müßte sich meines Erachtens durch Versuche erforschen lassen, wozu sich großblättrige Arten mit mehlrindigen Podetien, wie *ochrochlora, digitata* usw., besonders gut eignen dürften.

Ähnliche Wachstumssteigerungen sind an den dicken Lagern einiger Krustenflechten beobachtet worden; sie stehen mit dem Dickenwachstum des Thallus in Zusammenhang und werden nicht von außen veranlaßt, sondern aus dem Inneren der Flechte selbst.

Sehr schön war das an einer thüringischen *Diploschistes scruposus* mit 870 μ dickem Lager zu sehen; von diesem stellt Abb. 2, Fig. 3 die obersten 91 μ auf einer 84 μ langen Strecke dar: Die Rinde besteht aus einer äußeren hellen Zone mit 2 — 3 Schichten weithöhliger, plasmaarmer Zellen und einer inneren dunkleren, deren in senkrechten Reihen angeordneten Zellen etwas dünnwandiger und mit blauschwarzem Plasma gänzlich erfüllt sind; ihre Mächtigkeit schwankt zwischen 19,4 und 38,7 μ. Die aus 2 — 3 Schichten großer, vorwiegend isodiametrischer Zellen bestehende Gonidienzone ist 23,2 — 42,6 μ mächtig und wird von dem Mark unterlagert, einem Gemenge von leeren Gonidienhüllen und abgestorbenen, entleerten Umhüllungszellen von 783 μ Mächtigkeit. Die Zone lebender Algenzellen nimmt demnach höchstens 5 Hundertteile der Gesamtmächtigkeit ein.

Die Oberfläche des *Diploschistes*lagers ist grob höckerig; die Höcker erheben sich 200 μ und mehr über ihre Umgebung und sind Stätten intensivsten Dickenwachstums der Kruste. Einen der kleineren Hügel stellt Abb. 2, Fig. 4 dar: über seiner 193,6 μ langen Grundlinie steigt er bis auf 72 μ an und ist von einer einschichtigen Rinde bedeckt, deren Zellen braunwandig, rundlich oder schwach tangential gestreckt sind und einen 0,5 μ großen, blauschwarzen Protoplast enthalten. An 7 Stellen aber ist sie von empordringenden Gonidien unterbrochen worden, und an mehreren von diesen Stellen sind die Algenzellen samt ihren Umhüllungshyphen über die Rindenschicht hinausgewachsen. Die in dem Hügelgewebe übriggebliebenen Luftlücken sind spärlich und klein, weil die Gonidien meist allseitig von Hyphen umwachsen sind und weil sie sich selbst vergrößert und stark vermehrt haben. Ihrer Vermehrung ist ein auf-

fallendes radiäres Wachstum vorangegangen; zwar sind nur wenige von ihnen radiär gestreckt, dafür umsomehr in radiären Reihen angeordnet, weil ihrer Streckung sofort Teilung rechtwinklig zur Streckungsachse gefolgt ist.

Die Schichtenzahl lebender Gonidien ist vom Grunde des Hügels bis zu seinem Gipfel oder nach den Seiten hin gemessen

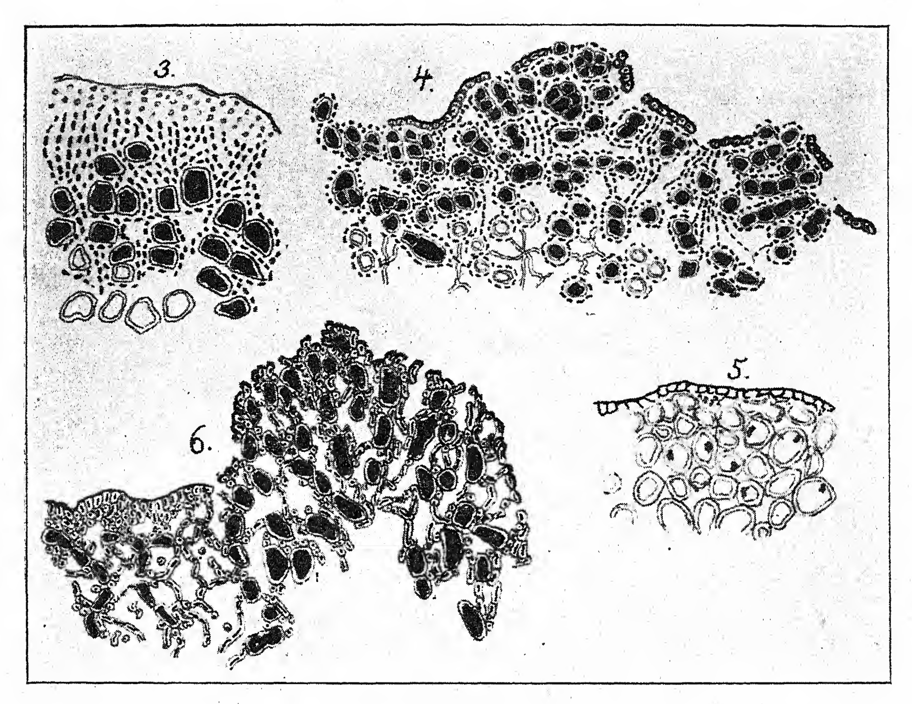


Abb. 2.

Fig. 3. Querschnitt durch eine kleine Partie des normalen Thallus von *Diploschistes scruposus* (256/1).

Fig. 4. Querschnitt durch einen kleinen Thallushöcker von *Diploschistes scruposus* (256/1).

Fig. 5. Querschnitt durch eine kleine Partie des Hyponekralgewebes von *Diploschistes scruposus* (256/1).

Fig. 6. Querschnitt durch den obersten Teil des normalen Lagers von *Lecanactis Stenhammari* und eine warzenartige Wucherung desselben (256/1).

auf mindestens 10 gestiegen, und mit ihrer Vermehrung hat die der Flechtenpilzhyphen gleichen Schritt gehalten. Beide Komponenten sind gefördert worden; welcher von beiden den Anstoß zu dieser Wachstumssteigerung gegeben hat, ob der Flechtenpilz, der in die Dicke wächst, oder die Algen, wie bei *Cladonia ochrochrola*, läßt sich nicht entscheiden; denn alle Wachstumsvorgänge

greifen so ineinander, wie es bei einem einheitlichen Organismus nicht vollkommener geschehen kann. Es ist in diesen Hügeln weder das Anzeichen eines Kampfes, wie er nach der Ansicht mancher zwischen dem Flechtenpilz und seinen Gonidien bestehen soll, zu bemerken, noch eine an Sklaverei erinnernde Unterdrückung der Alge durch den Pilz.

Allerdings haben schon einige der am Grunde des Hügels liegenden Gonidien ihren Inhalt verloren, und von demselben Schicksal werden alle übrigen später auch noch ergriffen werden, ebenso wie die Umhüllungszellen und Verbindungshyphen des Flechtenpilzes. Beide bilden dann zusammen das hier 783 μ mächtige Hyponekralgewebe, von dem in Abb. 2, Fig. 5 eine kleine, 77,4 μ lange und 51 μ mächtige Partie dargestellt ist. Sie stammt aus 270 — 321 μ Tiefe und läßt bei 320facher Vergrößerung nur die mit doppelten Konturen gezeichneten, dicht aneinander gedrängten, leeren Gonidienhüllen erkennen; sieben von ihnen enthalten noch einen spärlichen Plasmarest, von dem das Hämatoxylin nur mit grauer Farbe aufgespeichert worden ist. Darüber ist als einziger Rest des Flechtenpilzes ein Streifen der braunen rindenartigen Schicht zu sehen, durch welche der Hügel nach außen abgegrenzt war. Erst bei Betrachtung mit stärkeren Vergrößerungen und Ölimmersion werden auch die äußerst zarten Umhüllungshyphen sichtbar, von denen ehemals die Gonidien so reichlich bedeckt gewesen waren. Beide, Gonidien und Flechtenpilzzellen, geben beim Absterben ihre Inhaltsbestandteile an die jugendlichen, weiter außen gelegenen Zellen ab; ihr Tod hat demnach erhöhte Lebenstätigkeit der am Leben gebliebenen Flechtenbestandteile zur Folge und zwar beider in gleichem Maße.

Ähnliche Hügelbildungen habe ich noch bei zwei anderen dickkrustigen Gesteinsflechten, bei *Rhizocarpon grande* (Flrk.) und *Lecanactis Stenhammari* (E. Frs.) gefunden. Von ihnen will ich nur die letzte noch kurz besprechen, weil sie *Trentepohlia*gonidien enthält. Ihr normales Lager ist wenigstens 352 μ mächtig, hat weder Epi- noch Hyponekralzone und ist im linken Abschnitt der Abb. 2, Fig. 6 bis zu 61 μ Tiefe dargestellt. Die Rinde besteht aus radial gerichteten Hyphen, die aber meist nur auf kurze Strecken dicht aneinander gelagert, öfters bündelartig verwachsen und dann durch kleinere oder größere Zwischenräume voneinander getrennt sind. Unter ihr liegt eine sehr lockere Gonidienzone von 50 — 62 μ Mächtigkeit, die aber, wie alle Flechten mit *Trentepohlia*gonidien, Ausläufer weit tiefer hinabsendet (270 μ). — Der rechts davon

befindliche Hügel erhebt sich 63 μ über seine Umgebung und zeichnet sich auf den ersten Blick durch größere Dunkelheit bis fast in 100 μ Tiefe aus. Die Außengrenze wird von einer ein- bis zweischichtigen Lage rundlicher oder radial gestreckter Zellen mit verdickter, brauner Außenwand gebildet; sie besitzt viele Unterbrechungen und muß als Rindenrest angesehen werden. Der ganze Raum unter ihr ist mit einem gonidienreichen Plektenchym erfüllt; fast alle Algenzellen sind radial gestreckt, manche schwach gebogen, wesentlich größer als im normalen Wandteil und fast nie zu Fäden vereinigt, sondern durch Umhüllungszellen auseinandergedrängt, aber so, daß man die ehemalige Zusammengehörigkeit noch erkennen kann. Die Umhüllungszellen des Flechtenpilzes haben nicht nur an Zahl sehr zugenommen, sondern haben auch ihre Gestalt verändert: aus der kugeligen sind sie meist in radial gestreckte Form übergegangen, ein Zeichen, daß in diesem Hügel das Wachtum in der genannten Richtung allgemein herrschend ist.

Daß die Hügel von *Lecanactis* der Verdickung des Thallus dienen, bezweifle ich. Besser ist es, sie den Warzen von *Anaptychia ciliaris f. verruscosa* Ach.[1]) an die Seite zu stellen, d. h. sie als Isidien aufzufassen, die der Assimilation und Durchlüftung dienen. Aber auch für diese Gebilde gilt, was für die Thallushöcker von *Diploschistes scruposus* gesagt worden ist, an der Wachstumsförderung, die in ihnen konstatiert werden konnte, nehmen beide Bestandteile der Flechte in gleichem Maße teil.

1) BACHMANN, E. Über das Verhältnis der Gonidien zum Flechtenpilz. Hedwigia, 64, p. 236. Dresden, 1923.

36. E. Gilg und P. N. Schürhoff: Unsere Erfahrungen über die Brauchbarkeit der Serodiagnostik für die botanische Verwandtschaftsforschung.

(Vortrag, gehalten auf der Generalversammlung der Deutschen Botanischen Gesellschaft in Braunschweig am 7. Juni 1927)

Bis vor etwa 60 Jahren waren die Botaniker, denen daran lag, ein wissenschaftliches System des Pflanzenreiches aufzubauen, allein und ausschließlich auf morphologische Befunde, besonders die Blütenmorphologie, angewiesen. Allmählich lernte man dann kennen, daß auch die Anatomie imstande ist, brauchbare Merkmale für die stammesgeschichtliche Forschung beizutragen, die sogar in vielen Fällen an Konstanz und Reichweite die äußeren morphologischen Befunde übertrafen. Immer neue Methoden wurden sodann von der wissenschaftlichen Systematik zum Ausbau des natürlichen Systems der Pflanzen herangezogen, so die Pflanzengeographie, die Physiologie, die Phytochemie, die Paläobotanik und die Zytologie. Die Auswertung der Befunde dieser Disziplinen ist allerdings häufig von dem subjektiven Ermessen des einzelnen Forschers mehr oder weniger abhängig, je nachdem den einzelnen Merkmalen eine größere oder geringere Wichtigkeit beigemessen wird. Es ist in der Tat oft sehr schwierig oder gar unmöglich, zu entscheiden, ob ein Merkmal als progressiv oder aber als primitiv anzusehen ist; ferner handelt es sich stets nicht um ein differierendes Merkmal, sondern um eine größere Anzahl solcher, deren Gesamtheit die Stellung einer Pflanzengruppe im natürlichen System bedingt. Die Folge mußte sein, daß von den einzelnen Systematikern eine verschiedene Anordnung der Pflanzengruppen vorgenommen wurde, stets mit dem Ziele, durch diese Anordnung den natürlichen Entwicklungsvorgang des Pflanzenreichs darzustellen.

Große Hoffnungen wurden deshalb auf eine neue Methode gesetzt, die sich zur Aufgabe gemacht hatte, auf experimentellem Wege unter Ausschluß der Subjektivität die verwandtschaftlichen Beziehungen zwischen den verschiedenen Pflanzengruppen aufzuklären. Diese Methode ist der medizinischen Serologie entnommen und wurde von MEZ in Königsberg und seinen Schülern in größtem Umfange verwendet, nachdem vorher schon einige Serologen und

Botaniker versucht hatten, einesteils eine Identifizierung von Eiweiß einer bestimmten Pflanze, andererseits verwandtschaftliche Beziehungen zwischen verschiedenen Pflanzen auf diese Weise festzustellen.

Der Grundgedanke, der MEZ bei seinen Untersuchungen leitete, war der, daß jede morphologische Verschiedenheit zwischen Pflanzen auf eine primäre Änderung des Pflanzeneiweißes zurückzuführen sei, daß also die morphologischen Verschiedenheiten sekundärer Natur seien. Während es sich also bei den früheren Untersuchern nur darum handelte, durch vereinzelte Beobachtungen auf eng begrenzten Gebieten zu prüfen, ob die Serodiagnostik sich vor allem zur Unterscheidung verschiedener Pflanzenarten eigne, und natürlich bei dieser Gelegenheit auch Versuche mit nahe verwandten Arten, aber auch mit solchen Arten vorzunehmen, die nach botanischer Anschauung sicher keine Verwandtschaft zeigen, ging MEZ von der Ansicht aus, daß die *nichtspezifischen* Reaktionen sich zur Erkennung der natürlichen Verwandtschaftsverhältnisse im *weitesten* Umfange verwenden ließen. Auf Grund der Befunde seiner Schüler kommt MEZ dann zu dem Schluß, daß seine Methode rein experimentell sei und jede Subjektivität ausschließe. Seine Ergebnisse verwendete er zur Aufstellung eines Stammbaumes des Pflanzenreiches, der teils mit den bis dahin geltenden Anschauungen übereinstimmte, teils aber auch erhebliche Abweichungen hiervon zeigte. Es ergab sich daher für die Systematiker das Problem, nachzuprüfen, ob die serodiagnostische Methode zuverlässig ist, und ob die andererorts erzielten Resultate mit denen der Königsberger Schule übereinstimmen.

MEZ selbst war es, der wiederholt dazu aufforderte, diese serologische Methode an anderen Instituten nachzuprüfen, damit seinen Befunden gegebenenfalls allgemein Anerkennung verliehen würde. Wenn wir also solche Untersuchungen ohne jede Voreingenommenheit nach einer zweifelsfreien Methodik vorgenommen haben, so können wir uns darauf berufen, daß wir hier in vollkommener Unabhängigkeit dem Wunsche von MEZ nachgekommen sind, und daß wir andererseits glaubten, bei dem großen Interesse, das gerade solchen experimentellen Untersuchungen in allen botanischen Kreisen entgegengebracht wird, der botanischen Wissenschaft einen Dienst zu erweisen durch die Prüfung, ob die Methoden einwandfrei sind, und ob die Ergebnisse und Schlußfolgerungen der Königsberger Schule zu einer allgemeinen Anerkennung berechtigen.

Bevor wir auf die Brauchbarkeit der Serodiagnostik für die botanische Verwandtschaftsforschung zu sprechen kommen, möchten wir ganz kurz die Methode schildern, nach der bei diesen Untersuchungen verfahren wird. Man braucht zuerst eine Eiweißlösung irgend einer Pflanzenart, die am zweckmäßigsten durch Ausziehen von gepulvertem Pflanzensamen mit physiologischer Kochsalzlösung erhalten wird. Diese Eiweißlösung wird einem Kaninchen in die Venen oder in die Bauchhöhle in Abständen von 2—4 Tagen eingespritzt; dann wird das Tier nach einer Anzahl von Einspritzungen betäubt und entblutet. Aus dem Blut wird der Blutkuchen abgeschieden und das Serum gewonnen; selbstverständlich müssen sowohl die verwendeten Eiweißlösungen wie die Sera vollkommen klar sein. Zur Ausführung der Reaktionen werden an einem Ende zugeschmolzene Glasröhrchen von etwa 2—3 mm innerer Weite und 6 cm Höhe verwandt, in die zuerst das Serum in einer Menge von etwa 3—5 mm Höhe vermittels einer kapillar ausgezogenen Pipette befördert wird. Alsdann wird das in den sogenannten Kapillaren befindliche Serum mit den einzelnen Verdünnungen der betreffenden Eiweißlösung mittels einer feinen Pipette vorsichtig überschichtet, so daß die Berührungsgrenze der beiden Flüssigkeiten deutlich sichtbar bleibt. Dies ist leicht zu erreichen, weil das Serum die spezifisch schwerere Flüssigkeit ist. Bei positivem Ausfall der Reaktion entsteht an der Berührungsfläche der beiden Flüssigkeiten eine deutlich erkennbare, weiße Zone, die als Uhlenhuth-Ring bezeichnet wird. Für gewöhnlich tritt bei den niederen Verdünnungen die Ringbildung sofort auf; bei den höheren erfolgt sie innerhalb der ersten 10 Minuten. Alle Ablesungen, die über die Zeit von 30 Minuten hinausgehen, werden von uns nicht verwertet, denn nach dieser Zeit erfolgt eine allmähliche Mischung der beiden Flüssigkeiten, und infolgedessen nimmt die Schärfe der Reaktion ab.

Die von uns hier angewandte Methodik ist die in der Serologie und gerichtlichen Medizin allgemein anerkannte, während MEZ auch andere Methoden, die er selbst ausgearbeitet hat, und die von anderer Seite bisher noch keine Anerkennung gefunden haben, verwendet. Wir haben, wie wir an anderer Stelle bereits veröffentlicht haben, und wie sich aus den Arbeiten unserer Schüler im einzelnen ergibt, zahlreiche vergleichende Untersuchungen nach den verschiedenen von MEZ angewandten Methoden angestellt und konstatiert, daß keine andere Methode der von uns verwendeten und in der Serologie ausschließlich anerkannten an Zuverlässigkeit gleichkommt.

Die Untersuchungen anderer Forscher, z. B. WENDELSTADT und FELLMER, KITASATO und neuerdings GREEN, stehen z. T. mit den Ergebnissen von MEZ in Widerspruch. So fand z. B. GREEN, daß Arten der Gattung *Citrus* zwar eine gleichmäßige positive Präzipitinreaktion mit einem Immunserum ergaben, das von irgend einer *Citrus*-Art erhalten war. Dagegen gab die Rosaceen-Unterfamilie der Prunoideae ein negatives Ergebnis bei der Präzipitinreaktion mit Arten der Unterfamilie der Pomoideae, obgleich sie mit Arten ihrer eigenen Unterfamilie eine gleichmäßig positive Präzipitinreaktion gab. Dieses Ergebnis zeigt also ganz klar, daß die Serodiagnostik sogar versagte, wenn es sich darum handelte, die zweifellos vorhandene Verwandtschaft zwischen zwei Unterfamilien der gleichen Familie festzustellen. Andererseits zeigen die Reaktionen von WENDELSTADT und FELLMER, daß Arten von zweifellos nicht verwandten Familien miteinander oft stärkere positive Reaktionen zeigen als die Arten der gleichen Familien miteinander; daraus würde sich ergeben, daß einesteils negative Reaktionen nicht gegen nächste Verwandschaft und in anderen Fällen positive Reaktionen nicht zweifelsfrei für Verwandschaft sprechen. GASIS fand, daß ein Immunserum aus *Phaseolus vulgaris* mit Reiseiweiß eine stärkere Reaktion gab als mit Erbseneiweiß, und KOWARSKI, der als einer der ersten serodiagnostische Versuche mit pflanzlichem Eiweiß anstellte, fand bereits, daß ein Weizenimmunserum zwar auf Roggen und Gerste, aber nicht auf Hafer präzipitierend wirkte.

Aber auch in Königsberg selbst ergaben sich manche Widersprüche. So erhielt KOHZ im Gegensatz zu ALEXNAT 4 positive Reaktionen von den Saxifragaceae und Hamamelidaceae zu den Caprifoliaceae, Rubiaceae und Valerianaceae; er äußert sich hierüber folgendermaßen: „Aus den Untersuchungen von ALEXNAT hat sich ergeben, daß diese drei Rubiales-Familien vermittels der Dipsacaceae an die Tubiflorae anzuschließen sind. Ferner hat dessen einziges Immunserum von *Dipsacus laciniatus* zum Rosales-Ast nur negative Reaktionen ergeben, was von mir reziprok bestätigt ist, und außerdem liegen vom Rosales-Ast zu den drei Rubiales-Familien neben den 4 erwähnten positiven Reaktionen 8 negative vor..... Eine Verwertung der obigen inkongruenten vier Reaktionen ist demnach z. Z. unmöglich, und es muß späteren Untersuchungen die Feststellung überlassen bleiben, ob in diesem Fall Beobachtungsfehler oder in der Methode begründete Erscheinungen vorliegen." Soweit KOHZ!

Bei KOHZ reagierte ferner Umbelliferen-Serum mit Cornaceen-

Eiweiß negativ, während GOHLKE und unser Mitarbeiter NAY positive Reaktionen erhielten.

Während KOHZ die Uhlenhuth-Ringe als serodiagnostisches Kriterium ablehnt, zieht RAEDER die durch Uhlenhuth-Ringe gekennzeichnete Reaktion zwischen den Ericaceae und Polygalaceae zum Nachweis einer sicheren Verwandtschaft heran, kommt also auf Grund dieser Reaktion zu einem Ergebnis, das zu den bisherigen Anschauungen der Systematiker im schärfsten Gegensatz steht.

Sehr eigenartig sind ferner die verschiedenen Untersuchungen über *Ginkgo*. KIRSTEIN stellte fest, daß Eiweißverwandtschaft mit *Podocarpus*, entferntere mit *Taxus*, noch entferntere mit *Cephalotaxus* bestehe; Reaktionen nach den Cycadaceae waren nicht vorhanden. KIRSTEIN schließt: „Demnach liegt *Ginkgo* nach der Morphologie seiner Blüten wie nach dem physiologisch-chemischen Verhalten seines Eiweiß auf der Entwicklungslinie *Cephalotaxus-Taxus, Torreya-Ginkgo*". Da natürlich das Vorkommen von Spermatozoiden bei *Gingko* sich nicht mit den Befunden KIRSTEINs vereinigen läßt, so zieht er das Vorkommen von Spermatozoiden in Zweifel, was ihm dadurch erleichtert wird, daß er von den verschiedenen Autoren, die die Spermatozoiden beschrieben haben, nur einen einzigen kennt. GUTTMANN erhielt dann positive Reaktionen zwischen *Ginkgo* und *Cycas* und stellte dann die *Ginkgoales* in die nächste Nähe der *Cycadales*. Gleichzeitig führt er aber an, daß GOHLKE mit *Cycas* im Gegensatz zu seinen Reaktionen mit den leptosporangiaten Farnen keine positiven Ergebnisse erhalten habe. Er nimmt als Erklärung an, daß die betreffenden Sporen zu wenig Eiweiß abgegeben hätten. Wir sehen jedenfalls hier wieder, daß jeder Autor zu anderen Resultaten kommt und nie verlegen um einen Erklärungsgrund ist. GUTTMANN gibt dann ferner noch an, daß KIRSTEIN der einzige gewesen sei, der in einzelnen Fällen seine Resultate allein durch die Konglutinationsmethode bekommen habe, ohne daß er sie durch die Präzipitation bestätigen konnte. Jedenfalls erscheint uns dies als ein klassisches Zeugnis für die Unzuverlässigkeit der Konglutinationsmethode, da GUTTMANN ausdrücklich die abweichenden Resultate KIRSTEINs hierauf zurückführt. Wie verschieden übrigens die Resultate der Königsberger Schule auch bei anderen Gymnospermen ausgefallen sind, ergibt sich daraus, daß KIRSTEIN von keiner Conifere irgend einen Anschluß an *Araucaria* gewinnen konnte, während MISCHKE angibt, unzweideutige positive Reaktionen zu den Abietineae erhalten zu haben. Und dann schreibt er hierzu auf derselben Seite: „Bei der Serodiagnostik haben wir es mit blutiger Empirie zu tun; über die

Sicherheit und Zuverlässigkeit der Methode heute auch nur noch ein Wort zu verlieren, wäre unnütz. Bei den botanisch-serologischen Versuchen haben sich in tausenden von Einzelfällen, in hunderttausenden von Reaktionen noch keine Widersprüche der Serummethode . . . gezeigt." Er schreibt dann weiter: „Mit keinem Immunserum, von welcher Gymnospermenart es auch sein mag, habe ich eine Fällung oder Trübung mit *Ginkgo biloba* erhalten." Jedoch hat derselbe Autor positive Reaktionen von den Coniferen zu *Magnolia* erhalten.

Wie sind nun die abweichenden Befunde von KIRSTEIN zu erklären? Hierauf gibt ZIEGENSPECK die folgende Antwort: „Ganz einfach! KIRSTEIN hat sein Samenmaterial von *Ginkgo* verunreinigt und zwar mit *Podocarpus Mannii*. Die Samenschale ist sehr hart und dick, es muß ziemliche Gewalt zum Aufschlagen angewandt werden. Es braucht nur beim Pulvern das *Ginkgo*-Material offen auf dem Tisch gestanden zu haben und eine Kleinigkeit hineingesprungen zu sein, um diese von allen anderen nicht bestätigten Reaktionen zu erklären." So „ganz einfach" ist die Sache denn doch nicht! Ist diese Erklärung nicht unglaublich? Kann man eine solche Erklärung der wissenschaftlichen Öffentlichkeit unterbreiten? Wenn wirklich eine „Kleinigkeit" *Podocarpus*-Eiweiß in das *Ginkgo*-Eiweiß hineingekommen wäre, so könnte wohl eine ganz schwache, aber nur ganz, ganz schwache Nebenreaktion aufgetreten sein, aber die Reaktionen von *Ginkgo* nach den Cycadaceen wären hierdurch nicht negativ geworden. Es hätte sich vielleicht eine schwache positive Reaktion mehr einstellen können, aber die kräftigsten positiven Reaktionen hätten nicht unterdrückt werden können.

Die Nachprüfung der Königsberger Ergebnisse erschien aber auch noch aus dem Grunde als dringend notwendig, weil die auf Grund der Serodiagnostik angegebenen Verwandtschaftsverhältnisse mit den Anschauungen über verwandtschaftliche Beziehungen, die auf Grund anderer Disziplinen erreicht wurden, z. B. der Morphologie, der Anatomie, der Pflanzengeographie, der Paläobotanik, der Zytologie usw. vielfach nicht in Einklang stehen. Hier erhebt sich die Frage: Ist die Serodiagnostik so zuverlässig und eindeutig, daß sie gegenüber den anderen für die botanische Verwandtschaftsforschung verwendeten Disziplinen unbedingt von ausschlaggebender Bedeutung ist, d. h. also, es müßte der Nachweis erbracht worden sein, daß die Eiweißreaktionen niemals Konvergenzerscheinungen sind; anderenfalls könnte man die Reaktionen nur sehr bedingt verwerten, wie man bisher auch schon die Phytochemie

unter größter Vorsicht zur Bewertung der Verwandtschaftsverhältnisse innerhalb bestimmter Gruppen herangezogen hat. Wir weisen hier z. B. auf das Vorkommen von Anthrachinonderivaten bei der Gattung *Cassia* hin, auf das Vorkommen von Inulin usw., während andererseits der gleiche chemische Bestandteil in den verschiedensten nicht verwandten Familien vorkommt, so z. B. Thymol, Kumarin, Blausäure usw. Es müßte also festgestellt werden, daß einesteils zweifelfrei verwandte Arten und Familien unter allen Umständen miteinander positiv reagieren. Ferner dürfte niemals eine Art einer Gattung mit einer Art einer anderen Gattung oder Familie positiv reagieren, während eine andere Art der gleichen Gattung hiermit negativ reagiert. Es müßte weiterhin der Beweis erbracht werden, daß die positiven Reaktionen nicht Konvergenzerscheinungen sind, also z. B. auf dem Vorkommen von Albuminen, Nukleoalbuminen, Gliadinen, Nukleoproteiden usw. bei nicht verwandten Familien beruhen. Es wurde z. B. von der Königsberger Schule nachdrücklichst betont, daß vor allem das Reservestoffeiweiß der Samen für die Reaktionen nötig sei; so schreibt z. B. MALLIGSON: „Dagegen haben meine Untersuchungen mehrfach an Stellen, wo GOHLKE negative Ergebnisse erhielt, positive Reaktionen erzielt. Dies ist besonders bezüglich der Salicaceae der Fall, die nach GOHLKE keinen Anschluß an die *Amentales* ergaben, während ich den sicheren Anschluß dieser Familie an die übrigen Kätzchenträger nachweisen konnte. Die genaue Nachprüfung dieses Falles ergab, daß die von GOHLKE verwendeten *Salix*-Samen alle taub waren, also überhaupt kein Eiweis an die Lösungsmittel abgeben konnten".

Und weiter schreibt MALLIGSON: „Mit den Plumbaginaceae konnte kein Immuntier erzielt werden, weil zu wenig Samen vorlagen, resp. weil die vorhandenen Mengen taub waren."

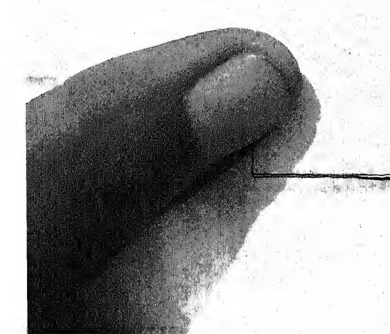
Hier müssen wir die Frage aufwerfen: Hat denn GOHLKE in seinen Auszügen überhaupt nicht auf das Vorhandensein von Eiweiß geprüft? Wenn er dies nicht getan hat, so wirft dies doch ein eigenartiges Licht auf die Zuverlässigkeit seiner Arbeit. Und andererseits tritt MEZ neuerdings ja mit besonderer Kraft dafür ein, daß sich alle vegetativen Gewebe ebenso gut zur Herstellung der Immunsera verwenden lassen. Also müßten taube Samen sich besonders gut zu Verwandtschaftsreaktionen eignen, weil bei ihnen die möglicherweise nicht spezifischen Reservestoffeiweiße fehlen.

Aber auch der Ausfall der einzelnen Reaktionen stimmt bei den verschiedenen Autoren nicht immer überein. So schreibt wieder

MALLIGSON: „Gleichfalls als negativ werden angegeben die Reaktionen ausgehend von den Juglandaceae (GOHLKE p. 147) und Cannabaceae (GOHLKE p. 159). Diese beiden Resultate kann ich nicht bestätigen." Ferner erzielte MALLIGSON positive Reaktionen zwischen den Betulaceae und den Urticaceae im Gegensatz zu dem abweichenden Ergebnis GOHLKES. Es wird dann angegeben, das Serum von GOHLKE sei in diesen Fällen zu schwach gewesen, obwohl GOHLKE über den Titer seines Serums keine Angaben bringt.

Für diese Methode der Königsberger Schule, die nicht genehmen Reaktionen wegzudisputieren, noch ein weiteres Beispiel: LANGE erhielt positive Reaktionen mit dem Immunserum von *Podophyllum emodi* zu den Umbelliferen. Der „Versuch wurde wiederholt mit einer anderen Umbellifere — derselbe Ausfall". Also wäre der einzig zulässige Schluß gewesen: Die Berberidaceen sind mit den Umbelliferen nahe verwandt! Aber da LANGE diese Folgerung nicht paßt, erklärt er einfach: „Zurückzuführen kann diese Erscheinung nur sein auf den großen Gehalt an ätherischem Öl in den Umbelliferen-Samen." Wo ist ein Beweis für diese Behauptung, der so leicht hätte geführt werden können durch eine Gegenprobe mit ätherextrahiertem Samen einerseits und andererseits mit einer wässrigen Anschüttelung der ätherischen Umbelliferenöle? Und ferner, die Auszüge aus den Samen müssen unbedingt völlig klar sein; in solchen klaren Lösungen sind, da doch die Lösungen mit kaltem Wasser hergestellt wurden, keine ätherischen Öle vorhanden oder nur ein kleiner Bruchteil von 0,1 %. Wenn also solche geringe Mengen irgendwelcher Inhaltsbestandteile gegenüber dem reichlich vorhandenen Eiweiß so differierende Reaktionen hervorrufen können, dann kann man überhaupt nicht mehr von Eiweißreaktionen sprechen. Soviel steht jedenfalls fest: LANGE hat positive Reaktionen bekommen, die ihm unvereinbar mit seinen entwicklungsgeschichtlichen Vorstellungen erschienen und aus diesem Grunde sucht und bringt er eine Erklärung, um diese Reaktionen unter den Tisch fallen lassen zu können, ohne hierfür den geringsten Beweis anzutreten. Man kann daher mit vollem Recht behaupten, daß sein und infolgedessen auch der „Königsberger Stammbaum" nicht rein experimentell gewonnen ist, sondern durch Deduktionen „korrigiert" wurde.

Wenn wir nun zu unseren eigenen Untersuchungen bzw. denen unserer Mitarbeiter übergehen, so liegen bisher sieben Arbeiten vollkommen abgeschlossen vor. Zwei dieser Arbeiten (BÄRNER, HELWIG) sind bereits erschienen, drei Arbeiten (HUHN,



NAY, ZARNACK) sind seit längerer Zeit im Druck und zwei Arbeiten (EISENTRÄGER, WERMUND) sind der Fakultät eingereicht. Wir werden uns heute auf die ersten 5 Arbeiten beziehen.

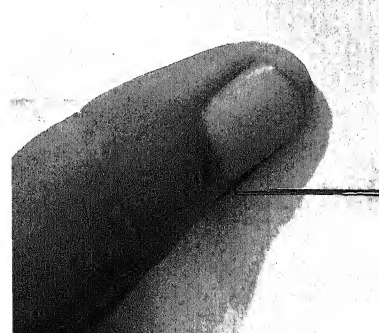
Wir wollen zuerst einige wichtige Ergebnisse aus den genannten 5 Arbeiten bringen, um dann hieraus zusammenfassende Schlußfolgerungen zu ziehen.

BÄRNER kommt auf Grund seiner Untersuchungen zu der Schlußfolgerung, daß sich die Serodiagnostik vorzüglich zu einer Identitätsreaktion eignet, und daß ferner die Pflanzen der gleichen Familie ebenfalls positive Reaktionen bringen. Reaktionen jedoch, die sich auf Vertreter außerhalb der Familie des Untersuchungsmaterials erstrecken, geben unsichere Resultate, „die sich zum Verwandtschaftnachweis nur in den seltensten Fällen wirklich eignen“. Dieser letztere Satz läßt sich natürlich auch so ausdrücken, daß positive Reaktionen mit verwandten wie mit sicher nicht verwandten Pflanzen eintreten und infolgedessen die Serodiagnostik für die botanische Verwandtschaftsforschung absolut unbrauchbar ist. Als Beispiel sei angegeben, daß die Tropaeolaceae mit den Rosaceae beinahe ebenso stark wie innerhalb ihrer eigenen Familie reagierten, mit den Linaceae und Oxalidaceae dagegen bedeutend schwächer. Ferner zeigten die Rutaceae eine stärkere Reaktion mit den Taxaceae als mit den verschiedenen Familien der Geraniales. Hieraus könnte also die Königsberger Schule einen schönen Anschluß der Rutaceae an die Gymnospermen ableiten. Gerade über den Anschluß der Gymnospermen an die Agniospermen wird unten noch besonderes zu sagen sein.

Auf einen besonders wichtigen Punkt weist BÄRNER noch hin: „Hätte ich ferner nur die Normalserumreaktion mit dem Antigen in der Verdünnung 1:1000 abgelesen, wie z. B. MEZ beschreibt, so wären alle diese durch die Normalserumreaktion ungültig gewordenen Resultate positiv ausgefallen und z. B. die Familien Taxaceae, Fagaceae, Ranunculaceae, Rosaceae, Cruciferae, Guttiferae, Violaceae, Umbelliferae, Ericaceae, Primulaceae, Labiatae, Solanaceae und Cucurbitaceae hätten zu den Geraniales, Sapindales, Rhammales und Malvales verwandtschaftliche Beziehungen gezeigt“.

Zu den gleichen Ergebnissen gelangt HELWIG. Auch er hält die Serodiagnostik für die botanische Verwandtschaftsforschung nicht geeignet. „Es gelingt einzig und allein der Identitätsnachweis für Pflanzeneiweiß, und auch dieser nur bei quantitativem Arbeiten“. Mit KOWARSKI kommt HELWIG zu der Anschauung, daß die pflanzlichen Eiweißkörper lange nicht so verschieden sind wie die

animalischen. „Jedenfalls sind die Eiweißkörper, die durch NaCl- oder NaOH-Lösungen aus den Samen herausgelöst werden, sicherlich bei vielen nicht genetisch zusammengehörigen Pflanzen sehr ähnlich". HELWIG hebt ferner hervor, daß das Eiweiß der Erbsensamen mit vielen Eiweißkörpern anderer Pflanzensamen ähnlich sein muß. „Betrachten wir deshalb die Reaktionen einmal vom chemischen Standpunkt. Sowohl die Leguminosenglobuline enthalten viel Aminoglutarsäure als auch die Glutene, die Eiweißkörper der Getreidekörner. Wir müssen also annehmen, daß die Kaninchen bei Einspritzung von Weizen- oder Erbsensamenextrakten besonders gegen derartige ähnliche Eiweißkörner immunisiert werden, und finden die Bestätigung dafür in den Reaktionen. So finden wir Aminoglutarsäure in reichem Maße auch bei *Cannabis sativa* im Edestin und höchstwahrscheinlich auch im Amandin der Mandel. Im Hinblick hierauf erscheinen uns vielleicht die zahlreichen positiven Reaktionen gerade gegen *Prunus Amygdalus* verständlich". HELWIG weist ferner noch darauf hin, daß man unspezifisches Eiweiß in gleichen Organen verschiedener Lebewesen auch im Tierreich findet. Es gelang UHLENHUTH, ein Kaninchen mit Hühnereidotter zu immunisieren und so Eidotterserum zu gewinnen. Mit einem solchen gelang es ihm leicht, den Dotter vom Eiklar (Weißei) biologisch zu unterscheiden. Dagegen war eine sichere Differenzierung von Hühnerdotter, Taubendotter und Gänsedotter mit diesem Eidotterserum nicht möglich. Ähnliche Resultate erhielt UHLENHUTH bei Augenlinseneiweißserum, wo sich keine Reaktionen mit den Eiweißkörpern anderer Organe, z. B. dem Glaskörpereiweiß desselben Tieres ergaben. Statt dessen aber ließ sich das Linseneiweiß fast aller Tiere nicht von dem ersten unterscheiden. Die spezifischen Reaktionen, die Identitätsreaktionen, führt HELWIG darauf zurück, daß neben dem Sameneiweißkörper auch stets ganz spezifische Bestandteile im Sameneiweiß vorhanden sind. Jedoch scheint dieses artspezifische Eiweiß nur in sehr kleiner Menge vorhanden zu sein, so daß es bei Verwandtschaftsreaktionen kaum gegenüber dem anderen nicht typischen Eiweiß zur Geltung kommt. Unser Mitarbeiter HUHN erzielte mit einem Immunserum von *Convolvulus tricolor*, das den Titer 1 : 12800 hatte, positive Reaktionen zu einer größeren Anzahl von Sympetalen, aber er erhielt auch sehr viel negative Resultate mit Sympetalen und zwar so, daß sich die Vertreter der gleichen Familie teils positiv, teils negativ verhielten. So waren unter den Borraginaceae positiv *Anchusa angustifolia*, negativ *Cynoglossum linifolium* und *officinale*, unter den Labiatae positiv *Salvia officinalis*, negativ *Salvia sclarea*, unter den Cucurbi-



taceae positiv *Cucurbita pepo*, negativ *Cyclanthera pedata*, unter den Compositae positiv *Eupatorium cannabinum*, *Artemisia absinthium*, *Cnicus benedictus*, negativ *Solidago virga aurea*, *Tanacetum vulgare*, *Leontodon taraxacum*. Wenn man diese Versuchsreihen überblickt, so tritt hier besonders augenfällig die Tatsache in Erscheinung, daß verschiedene Gattungen einer Familie, ja sogar verschiedene Arten einer Gattung mit demselben Immunserum entgegesetzte Resultate liefern. Bemerkenswert war ferner, daß das Eiweiß von *Convolvulus tricolor* positiv mit dem Immunserum der Scrophulariaceae und Solanaceae, negativ mit demjenigen der Cucurbitaceae, Borraginaceae, Labiatae, Plantaginaceae, Compositae, Hydrophyllaceae und Caprifoliaceae reagierte. Auch HUHN kommt daher zu einer Ablehnung der Verwertbarkeit der serodiagnostischen Methode für die botanische Verwandtschaftsforschung.

NAY, der sich besonders mit der Reihe der *Rosales* befaßte, konnte feststellen, daß einzelne Arten der *Rosales*-Reihe mit weit entfernt stehenden Familien, die mit absoluter Bestimmtheit nicht zu den Rosales gehören, Reaktionen ergaben, die als positiv bewertet werden mußten. Er hätte dementsprechend auf serodiagnostischem Wege Verwandtschaft anerkennen müssen zwischen den Rosaceae-Juglandaceae, Ranunculaceae-Oenotheraceae, Pinaceae-Lythraceae, Coriariaceae-Betulaceae, Juglandaceae-Araliaceae, Cruciferae-Hamamelidaceae, Cruciferae-Lecythidaceae, Crassulaceae-Cornaceae u. a. Und andererseits fand er negative Reaktionen zwischen Platanaceae-Crassulaceae, Platanaceae-Saxifragaceae, Hamamelidaceae-Platanaceae (mit 2 verschiedenen Sera), Hamamelidaceae-Crassulaceae (mit 2 verschiedenen Sera), Saxifragaceae-Leguminosae (mit 3 verschiedenen Leguminosen-Sera) usw. Auch erhielt NAY Reaktionen, bei denen Serum + Antigen negativ reagierte, während das Normalserum bis 1 : 200 stark positiv reagierte, oder wo das Immunserum + Antigen nur bis 1 : 200, das Normalserum + Antigen aber bis 1 : 400 reagierte.

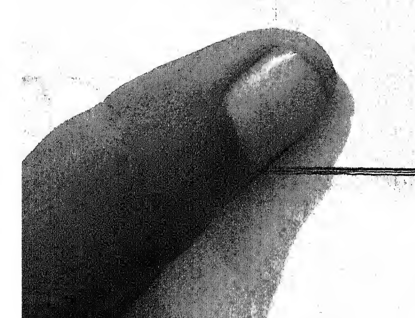
Besonders interessant waren Vergleichsversuche, die NAY mit zwei verschiedenen Immunsera von *Hamamelis virginiana* anstellte, von welchen das eine den Titer 1 : 12800, das andere den Titer von 1 : 25600 besaß. Die meisten positiven Reaktionen gingen nur bis 400—800, nur *Ribes* reagierte positiv bis zu 3200 und *Hamamelis japonica* bis 6400. Bei dem zweiten Serum verhielten sich die positiven Reaktionen etwa ähnlich. Während nun eine Anzahl Antigene mit beiden Sera in gleicher Weise entweder positiv oder negativ reagierte, reagierte eine Anzahl anderer

Antigene mit dem einen Immunserum positiv, mit dem anderen negativ.

Serodiagnostische Untersuchungen über die Reihe der Ranales wurden von unserm Mitarbeiter ZARNACK ausgeführt, der demgemäß die besondere Aufgabe hatte, die Untersuchungen von LANGE nachzuprüfen. ZARNACK kommt zu folgendem Ergebnis: Die Titerangabe LANGES stimmt in vielen Fällen nicht mit den Aufzeichnungen in der Präzipitationstabelle überein. Die Kontrolle der Konglutinationsreaktionen LANGES durch die Präzipitation ist nur bei sehr wenigen Antigenen durchgeführt worden. Die Präzipitationsergebnisse stimmen in nur wenigen Fällen mit denen der Konglutination überein. Die Reziprozität ist von LANGE nur in sehr wenigen Fällen nach der Präzipitation durchgeführt worden und stimmt nicht für *Anona* und *Aristolochia*. Die von ZARNACK erhaltenen Reaktionen erstrecken sich sowohl über verwandte Familien als auch über nicht verwandte Pflanzenfamilien mit dem Ergebnis, daß letztere oft einen weiteren Ausschlag lieferten als erstere. Ferner divergieren die Reaktionen häufig innerhalb derselben Familie. ZARNACK kommt zu dem Schluß: „Als Ergebnis meiner Untersuchungen ist zusammenfassend anzuführen, daß mit Hilfe der biologischen Eiweißdifferenzierungsmethode, spez. der Präzipition, keine einwandfreien Verwandschaftsreaktionen aufzufinden sind. Die gewonnenen Resultate gestatten daher nicht, einen serologisch begründeten Stammbaum aufzustellen. Auch der von LANGE aufgestellte Stammbaum ist nicht durch die von ihm erhaltenen Präzipitationen gesichert, sondern kann höchstens als das Ergebnis rein systematischer Erwägungen angesehen werden".

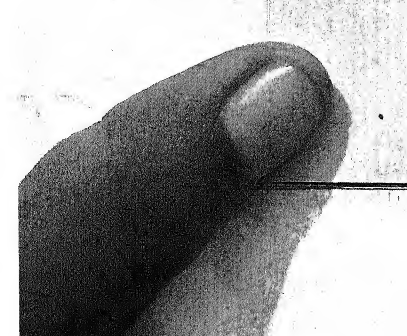
Wir glauben bisher bereits genügend Material vorgebracht zu haben, aus welchem ersichtlich ist, daß die Ergebnisse anderer Forscher, ferner die z. T. widerspruchsvollen Resultate der Königsberger Schule und endlich die Befunde unserer Mitarbeiter deutlich beweisen, daß der Ausfall der Reaktionen zu sicher erkannten Verwandtschaftsverhältnissen im Gegensatz steht. Auf Einzelheiten an dieser Stelle näher einzugehen, dürfte sich erübrigen. Wir verweisen dieserhalb auf die ausführlichen Angaben unserer Mitarbeiter.

Zu den Arbeiten HELWIG und BÄRNER hat MEZ im „Botanischen Echo" kritisch Stellung genommen. Er gibt an, eine derartige Divergenz könne allein in der bei der Untersuchung angewandten Methode begründet sein. Hiermit macht sich MEZ die Kritik sehr leicht. Wir können nur sagen, daß wir die allgemein anerkannte Methode der Serodiagnostik angewandt haben, und daß



unsere Mitarbeiter diese Methode unter persönlicher Aufsicht anerkannter Autoritäten gelernt und ausgeführt haben. Wenn HELWIG bei den stärkeren Konzentrationen so gut wie immer Niederschläge mit Normalserum erhielt, während in Königsberg solche Niederschläge nur sehr selten beobachtet wurden, so erklärt sich dies einfach damit, daß bei uns die Kontrollen mit Normalserum nicht nur in der Verdünnung 1 : 1000 angesetzt wurden, sondern auch 1 : 200, 1 : 400 usw. Wir verweisen dieserhalb auf das bereits angeführte Zitat aus der Arbeit von BÄRNER. MEZ glaubt sich aber berechtigt, schon aus dem Auftreten von Niederschlägen mit Normalserum die Ergebnisse von HELWIG als „völlig wertlos" bezeichnen zu dürfen. Er stellt eine Reihe von Vermutungen auf, wie solche Trübungen der Normalsera wohl hätten entstehen können. Seine Fragen werden durch die gleichzeitig erschienene Arbeit von BÄRNER in ausreichender Weise beantwortet. Außerdem aber ist darauf hinzuweisen, daß Präzipitine in geringer Menge in jedem normalen Serum vorhanden sind (s. KOLLE-HETSCH: Die experimentelle Bakteriologie und die Infektionskrankheiten. 1916, S. 192). MEZ meint: „Bei Medizinern kann man botanische Serologie nicht lernen." Dieser Satz ist bezeichnend für die ganze Mentalität der Königsberger Schule. Wir sind im Gegenteil der Ansicht, daß man Serologie sehr gut bei anerkannten Serologen lernen kann, und daß es gleichgültig ist, ob man das Eiweiß mit Kochsalzlösung aus einem Stückchen Wurst, einem Blutflecken oder einem Pflanzensamen auszieht. MEZ wirft ferner die Frage auf, ob bei den Reaktionen auf die Anwesenheit von störenden Extrativstoffen geachtet wurde, und nennt als solche besonders Gerbstoffe, Pflanzensäuren, Glykoside, Saponine, Pflanzenschleim und Lipoidstoffe. Er stellt weiter die Frage: Wurden die Pulver vor der Extraktion mit weinsaurem Alkohol oder Äther erschöpft? Wurden die Gerbstoffe durch eingehängten Gelatinestreifen so gut wie möglich entfernt? Wurden die Pflanzensäuren durch Verreibung mit Kalk vor der Extraktion unschädlich gemacht? Hierauf haben wir zu antworten, daß die „Erfindung" des Gelatinestreifens z. Z. des Beginnes unserer serologischen Arbeiten noch nicht bekannt war. Wenn also unsere Reaktionen infolge vorhandenen Gerbstoffes unbrauchbar und unsinnig sind, so gilt dies natürlich mit demselben Rechte für die Arbeiten der Königsberger Schule in den ersten 15 Jahren. Ganz besonders verweisen wir noch auf die Saponine. MALLIGSON hat mit einem Primulaserum (Titer 1 : 12400) gearbeitet und auch Caryophyllaceen verwandt. Er hat aber das Saponin niemals entfernt, was sich aus

seiner Angabe ergibt: „Nachdem mehrere Tiere bei der Impfung mit *Melandryum*-Samen (vielleicht seines Saponin-Gehaltes wegen) zugrunde gegangen waren, gelang es endlich, ein Immuntier vom Titer 1 : 24800 mit *Silene gallica* zu erzielen.“ Also in Königsberg braucht man solche Stoffe nicht zu entfernen, aber in Berlin werden dadurch die Ergebnisse unsinnig!! Weiter versichert MEZ stets, daß bei ihm so gut wie immer „verdeckt“ gearbeitet wurde, d. h. seine Mitarbeiter wußten meistens gar nicht, um welche Samenpulver es sich handelte. Haben sie dann erst Untersuchungen angestellt, ob in den ihnen überreichten Pulvern Gerbstoffe, Pflanzensäuren, Glykoside, Saponine, Pflanzenschleim und Lipoidstoffe usw. vorhanden waren? Wahrscheinlich nein, sonst würde dies erwähnt sein. Wir müssen daher sagen, daß ein derartiges „verdecktes“ Arbeiten nach der eigenen Ansicht von MEZ zu groben Fehlern führen kann. Daß auch HOEFFGEN die Saponine nicht entfernt hat, ergibt sich aus folgendem Zitat: „Sapindaceae. — Von dieser Familie standen mir leider nur die giftigen Samen von *Sapindus Saponaria* zur Verfügung. Es konnte kein Immuntier erzielt werden.“ — Aber das Eiweiß hiervon hat HOEFFGEN zu Reaktionen benutzt und daraufhin die „Verwandtschaft“ begründet. Daraus ergibt sich einesteils, daß das Saponin nicht entfernt wurde und anderenteils, daß weder durch die Präzipitation noch durch die Konglutination die Ergebnisse bestätigt werden. Aber alle diese Einwendungen von MEZ werden dadurch nichtig, daß bei uns Kontrollen mit steigenden Verdünnungen von Antigenen, von 1 : 200 angefangen, angestellt wurden. Wenn also Gerbstoffe, Pflanzensäuren, Saponine usw. Niederschläge erzeugen, so zeigt sich dieses jedesmal in den Kontrollen. Wenn z. B. das Normalserum mit einer Antigenverdünnung 1 : 200 Niederschläge zeigt, aber mit einer Antigenverdünnung 1 : 400, 1 : 800 usw. nicht mehr, so haben wir selbstverständich die Reaktion 1 : 200 nicht gewertet, sondern nur Reaktionen des Immunserums bei stärkeren Verdünnungen als positiv angesehen. Hierbei kann es ganz gleichgültig sein, wodurch die Niederschläge bei stärkeren Konzentrationen der Antigene hervorgerufen werden. Wir sind aber im Gegensatz zu MEZ der Ansicht, daß einesteils eine Vorbehandlung mit Kalk, das Hineinhängen von Gelatinestreifen und die Verwendung von weinsaurem Alkohol die Reaktionen in nicht vorauszusehender Weise beeinflussen können, und daß andererseits auch diese Methoden absolut keine Garantie dafür bieten, daß die „störenden“ Stoffe auch quantitativ entfernt sind, oder, daß außerdem noch eine Anzahl anderer „störender Stoffe“ vorhanden sind.



In der gleichen Kritik kommt MEZ auf einige Versuche zu sprechen, die Herr Prof. SCHMIDT von der Forstlichen Hochschule in Eberswalde bei uns angestellt hat. Die Fragestellung bei SCHMIDT lautete aber ganz anders als bei HELWIG. Während HELWIG zu untersuchen hatte, ob die unspezifischen Reaktionen für die botanische Verwandtschaftsforschung brauchbar seien, versuchte SCHMIDT mit Hilfe der spezifischen Reaktion Samen von *Pinus silvestris* verschiedener Herkunft zu identifizieren, indem er z. B. festzustellen versuchte, ob dieser Kiefernsamen, der in Schlesien gewachsen war, mit Kiefernsamen der gleichen Art, der aus Finnland stammte, den gleich hohen Titer gab oder nicht, ob man also bei morphologisch nicht unterscheidbaren Kiefernsamen durch serologische Versuche noch Differenzen je nach dem Anbaugebiet würde feststellen können. Diese Versuchsanstellung von SCHMIDT bewegt sich also auf der gleichen Linie wie die Versuche, die Menschenrassen biologisch zu differenzieren. Ein Vergleich der Ergebnisse der Arbeiten von HELWIG und SCHMIDT ist daher überhaupt nicht statthaft.

Ganz eigenartig erscheinen die Ergebnisse, die in Königsberg erhalten wurden, um die Verwandtschaft der Angiospermen mit den Gymnospermen zu beweisen. Die Königsberger Schule findet es z. B. natürlich, daß mit einem *Magnolia*-Serum einesteils *Pinus* und andernteils *Alisma* positiv reagieren, während es mit *Calla* negativ reagiert, daß also *Magnolia* mit *Pinus* einerseits, *Alisma* andererseits Verwandtschaft zeige, während sie zu einer anderen monokotylen Pflanze negativ reagiert. So schreibt z. B. LANGE über sein *Magnolia*-Immunserum: „. . . und so war es auch nicht verwunderlich, daß von Coniferen *Pinus cembra* und von den Monocotylen *Alisma plantago* eine durchaus deutliche Ausfällung mit dem Immunserum von *Magnolia lenneana* aufwiesen. Auch *Potamogeton* zeigte eine sehr schwach positive Reaktion, während *Calla*, zu den höheren Monokotylen gehörend, vollkommen negativ reagierte.“ Wenn wir uns nun noch die Reaktionen des *Magnolia*-Serums mit den Dikotyledonen ansehen, so fand LANGE positive Reaktionen mit den Calycanthaceae, Ranunculaceae, Berberidaceae, Menispermaceae; negativ dagegen fielen die Reaktionen aus mit den Rosaceae, Leguminosae, Cactaceae, Piperaceae und den Nyctaginaceae. Und ähnlich sind die Befunde mit dem *Calycanthus*-Serum. LANGE schreibt: „Aus der Reihe der Versuche ist am interessantesten die neuerliche positive Reaktion zwischen *Pinus* und einem niederen Vertreter der *Ranales*. Hatte schon *Magnolia*-

Immunserum + *Magnolia*-Extrakt ist inzwischen von KIRSTEIN ausgeübt und auch als positive Reaktion erkannt worden —, so stand zu erwarten, daß auch *Calycanthus* auf *Pinus* positiv reagieren würde. Der morphologische Unterschied zwischen *Calycanthus* und *Magnolia* ist bekanntlich gering." KIRSTEIN verwandte Gymnospermen-Sera und erhielt mit seinem *Picea*-Serum positive Reaktionen zu *Magnolia*, „mit *Calycanthus praecox* und *Anona triloba* nur Trübungen, die nicht als Reaktionen gewertet wurden." Bei uns erhielt NAY positive Reaktion zwischen einem Lythraceen-Serum und *Pinus*-Antigen, während eine große Anzahl von Angiospermen negativ reagierte; auch mit *Platanus*-Serum wurde eine positive Reaktion zu *Pinus* erhalten, während eine große Anzahl Arten der *Rosales*-Reihe mit *Platanus*-Serum negativ reagierte.

So sieht also der gerühmte Anschluß der Magnoliaceen an die Gymnospermen aus!!! Wir können es uns nicht versagen, hier mit aller Deutlichkeit auszusprechen, daß nach unserer Ansicht, der sich wohl die Botaniker ohne Ausnahme anschließen werden, die sämtlichen Angiospermen miteinander viel näher verwandt sind als irgend eine Angiosperme mit irgend einer Gymnosperme. Diese beiden großen Pflanzengruppen stellen unter sich so fest umgrenzte Verwandtschaftskreise dar, daß man Übergänge bisher überhaupt noch nicht gefunden hat. Ließe sich also durch die Serologie eine verwandtschaftliche Beziehung zwischen den Magnoliaceen und den Coniferen feststellen, so müßte die erste Forderung sein, von der unter keinen Umständen abgewichen werden darf, daß das Magnoliaceen-Serum mit sämtlichen einzelnen Angiospermen eine viel stärkere Reaktion geben muß als zu den Coniferen hin; und andererseits müßte ein Coniferen-Serum nicht nur mit sämtlichen Coniferen, sondern auch mit sämtlichen anderen Gymnospermen eine stärkere positive Reaktion geben, als mit irgend einer Art der Angiospermen. Diese Voraussetzungen treffen aber, wie wir gesehen haben, durchaus nicht zu. Und schon aus dieser einzigen Tatsache läßt sich nur die eine Schlußfolgerung ziehen, daß die Serodiagnostik für die botanische Verwandtschaftsforschung völlig unbrauchbar ist. Wir sind der Meinung, daß schon diese einzige Überlegung vollkommen genügt, um zu zeigen, daß man an den Ausfall der unspezifischen Reaktionen keine weitgehenden Deduktionen anschließen darf.

---

37. Hugo Fischer: Die Kohlensäure-Ernährung der Pflanzen.

(Vortrag, gehalten auf der Generalversammlung der Deutschen Bot. Ges. in Braunschweig am 7. Juni 1927.)

Eine Forderung hört man in dieser Zeit immer wieder mit Nachdruck erheben: Deutschlands Ernteerträge müssen wesentlich gesteigert werden! Wenn wir um etwa 100 Jahre zurückblicken, so müssen wir sagen: viel ist in dieser Hinsicht geschehen, gegen damals sind die Ernten, auf Fläche berechnet, verdoppelt bis verdreifacht.

Der Löwenanteil an diesem Erfolg kommt wohl der „Kunstdüngung" nach LIEBIG zu, außerdem sind zu nennen: die Züchtung ertragreicherer Sorten, die bessere Bodenbearbeitung auf Grund bodenkundlicher Arbeiten und die hochentwickelte Bekämpfung der Schädlinge. Die Richtung, in welcher der nächste große Fortschritt nahe bevorsteht, z. T. schon angebahnt ist, ist die einer besseren Kohlensäure-Ernährung der Pflanzenkulturen.

Auf solchen Gedanken hätte man auf kürzestem Wege kommen können: da man mit Nährsalz-Zugaben besseres Wachsen, reicheres Fruchten erzielt, so war kein Grund einzusehen, warum Kohlensäure-Zufuhr nicht auch von guter Wirkung sein sollte; machen doch vom Trockengewicht der Pflanze die Nährsalze höchstens bis 5%, der Kohlenstoff 50 bis 54 v. H. aus, wozu noch das kommt: der Kohlenstoff ist (neben dem Verdunstungswasser) der einzige Stoff, der in großen Mengen, durch Atmung, regelmäßig ausgeschieden wird; der wirkliche Bedarf ist also noch größer.

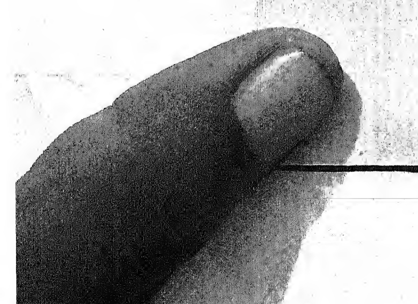
Es hat jedoch eines Umweges bedurft, um auf den Gedanken einer „Kohlensäure-Düngung" zu kommen. Nach Aufstellung meiner Blütenbildungs-Theorie (die Blühwilligkeit der Pflanze bedingt durch Reichtum an Assimilaten) lag der Wunsch nahe, die Probe darauf zu machen (s. Flora 1905). Unsere Pflanzen haben, auch im Glashaus, in der helleren Jahreszeit Überfluß an Licht; es blieb also nur die Vermehrung der Kohlensäure in ihrer Wirkung auszuproben. Mangels der nötigen Barmittel mußte ich bis zum Frühjahr 1911 warten. Dann hatte ich schon sechs Wochen nach Beginn der Versuche die ersten erfreulichen Resultate: von 12 Pflanzen von *Pelargonium zonale* standen die 9, welche CO_2 in

3 verschiedenen Stärken erhalten hatten, in voller Blüte, die 3 anderen waren noch weit zurück; in 6 Wochen eine Beschleunigung um etwa 2 Wochen! Worauf ich nach der Theorie gerechnet, und wovon ich mir zuvor einen wesentlichen Nutzen für die Blumengärtnerei versprochen hatte, war eingetreten. Aber es war noch mehr zu sehen: die Pflanzen (auch andere als *Pelargonium*) zeigten auch kräftigeren Wuchs; ich konnte in jenen Versuchen eine Erhöhung des Pflanzengewichts bis auf 1 : 3,2 feststellen. Da auch Früchte sowohl wie Knollen, Rüben usw. von der Pflanze wesentlich Kohlenhydrate beziehen, so war es kein Wunder, daß sich auch an solchen bedeutende Ertragssteigerungen herausstellten, z. B. schon damals an Tomaten in Töpfen ein Gewichtsverhältnis von 1 : 1,8.

Als CO_2-Quellen hatte ich nacheinander ausprobiert: verdichtetes Gas aus der Stahlflasche, Kalkstein mit Salzsäure, dann Abbrennen von Spiritus, schließlich auch mit Kalkpulver vermischten und mit Nährlösung besprengten Torf — alle mit gutem Erfolg. Vom März 1918 ab hatte ich dann Gelegenheit, gleich gute Ergebnisse in einer Anlage zu Horst an der Ruhr zu beobachten, wo die gereinigten Abgase eines Hochofens in Glashäuser und über Freiland zu den Pflanzen geleitet wurden. Leider waren dort die Verhältnisse nicht derart, daß ich meine (aufs Praktische gerichteten) Arbeitspläne nach Wunsch hätte durchführen können; daß man mit CO_2-Gaben höhere Erträge erzielt, wußte ich schon.

Nicht verschweigen will ich, daß inzwischen auch andere, ich nenne besonders BORNEMANN und REINAU, auf gleichem Gebiet mit gleichen Erfolgen tätig gewesen sind.

Die Wirkungen auf die Pflanze sind, kurz zusammengefaßt, folgende: Verstärktes vegetatives Wachstum; reicherer Chlorophyll-Gehalt, der übrigens auch von der N-Ernährung abhängt; früherer Eintritt der Blühreife; reicheres Blühen, z. T. mit größeren und lebhafter gefärbten Blüten; u. U. längere Dauer der Blühperiode; reicherer Frucht- bzw. Samenertrag, desgl. auch an Knollen, Rüben usw.; bessere Widerstandsfähigkeit gegen Schädlinge, Pilze sowohl wie auch Insekten. Dabei war die gegebene Kohlensäure-Menge nicht so stark, daß sie unmittelbar die Schädlinge getroffen hätte; als Ursache kommt nur die gekräftigtere Pflanze in Betracht. — Für die nichtparasitäre Dörrflecken-Krankheit des Hafers hat E. HILTNER festgestellt, daß sie in einem Mißverhältnis zwischen Boden- und Lufternährung ihre Ursache hat, und daß sie durch Verbesserung der Assimilations-



bedingungen, also durch Kohlensäure-Zufuhr, leicht völlig behoben werden kann.

Hier muß ich einen Punkt erwähnen, der die Vererbungs-Botaniker interessieren wird: Bastard-Pflanzen sind oft von geschwächter Fruchtbarkeit; in der Kohlensäure scheinen wir ein Mittel zu haben, dem wenigstens teilweise abzuhelfen. Auch von wertvollen Mutationen reichere Samenernte zu erhalten, dürfte gelingen.

Seit 1911 hatte ich aus dem Botanischen Garten Dahlem das interessante *Tropaeolum pinnatum* ANDREWs in Kultur genommen, das von seinem Autor als Bastard: *T. minus* × *peregrinum* bezeichnet wird. Trotz des schwachen Samenansatzes glaube ich heute nicht mehr an die hybride Natur dieser Pflanze, sie ist wohl eine Mutation von *Tr. majus;* es gibt ja auch sonst Mutanten von verminderter Fortpflanzungsfähigkeit. Unsere Pflanze hat 5-zackiges, efeuartiges Laub und in lange spitze Zähne auslaufende Blumenblätter, könnte also immerhin als „Übergang" zu *T. peregrinum* bezeichnet werden. Durch Kreuzung mit einem Garten-*Tropaeolum* hatte ich einige stets in geringer Zahl auftretende Abkömmlinge erhalten, die ganz die Merkmale des *T. pinnatum* zeigten, aber andere Blütenfarben. Während nun die wie *T. majus* aussehenden Pflanzen normal ansetzten, bekam ich von den ausgezackten Formen stets nur wenige Samen. Aber: in einem Kohlensäure-Versuch erhielt ich etwa die Hälfte mehr Samen als von unbehandelten Pflanzen gleicher Anzahl, obwohl in die Kohlensäure Zelle gerade (ohne Gegenstück) einige Pflanzen eingestellt waren, die besonders zur Sterilität neigten. Einige blieben nun freilich hartnäckig steril, trotzdem scheint mir, daß die botanische Bastard- und Mutationen-Forschung von dem CO_2-Verfahren wird Nutzen ziehen können.

Für die Anwendung des Verfahrens sei bemerkt, daß nach bisherigen Feststellungen etwa 0,3 oder 0,5, höchstens 1 Volumprozent CO_2 diejenige Gabe ist, die gute Erfolge verspricht und sicher noch unter der Schädigungsgrenze liegt.

In Freiland-Kulturen ist selbstverständlich wegen der großen Verluste eine künstliche Begasung nur da möglich, wo Industrie-Abgase in großen Mengen zur Verfügung stehen. Alle übrigen Freiland-Kulturen sind auf natürliche CO_2-Versorgung angewiesen, d. h. auf den aus gedüngtem Boden aufsteigenden Kohlensäure-Strom! Das es Bakterien und Pilze sind, welche die ihnen gebotenen Kohlenstoff-Verbindungen (selbst fein gepulverte Steinkohle!) zu CO_2 veratmen und so die „bodenbürtige Kohlensäure" erzeugen, ist bekannt. Ihre Tätigkeit ist naturgemäß von Außen-

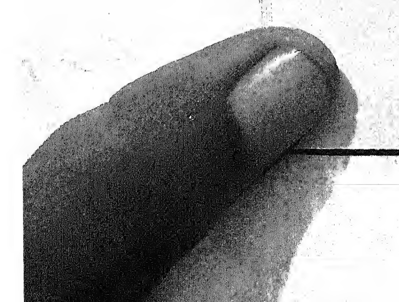
bedingungen abhängig. Bei Temperaturen unter + 5° C ist sie sehr gering; die meisten Bodenbakterien haben ihr Optimum um 30°, doch kommen auch Arten vor, die sich bei 60 — 70° noch sehr wohl fühlen — Grade, die sie in Mitteleuropa wohl kaum im Erdboden zu fühlen bekommen. In stark durchnäßtem Boden leidet die CO_2-Erzeugung wegen des Luftabschlusses, bei äußerster Trockenheit wegen Wassermangels. Ein normales Bakterienleben verlangt ferner mindestens neutrale Reaktion des Bodens; darauf beruht der Wert des Kalkens.

Höchstwahrscheinlich haben wir in der Tatsache, daß die meisten Blätter ihre Spaltöffnungen auf der Unterseite tragen, eine Anpassung an das Auffangen der bodenbürtigen Kohlensäure zu sehen. Oberständige Spaltöffnungen könnten durch Staub leichter verstopft werden, aber bei aufklatschendem Regen kommt die Verschmutzung von unten. Dem sei wie ihm wolle, die Bedeutung der bodenbürtigen Kohlensäure für die Pflanze ist nicht mehr zu leugnen; schätzungsweise sollen durch sie etwa 90 v. H. des Kohlenstoffbedarfes der Pflanzen gedeckt werden, die übrigen 10 v. H. aus der freien Luft.

Die Bakterientätigkeit im Boden verlangt neben dem, was schon gesagt, gewisse Mengen derselben mineralischen Nährsalze, wie die grüne Pflanze sie auch braucht, und vor allem, ganz selbstverständlich, zersetzbare organische Substanzen, wie sie mit Stallmist, Gründüngung, Kompost, Torf u. a. dem Boden einverleibt werden. Da diese Stoffe allmählich verbraucht werden, verbraucht werden müssen, denn darin besteht ja ihr Hauptwert, so ist die notwendige Folgerung die, daß solche Stoffe regelmäßig immer wieder zugeführt werden müssen.

Daß man durch solche natürliche Zufuhr von Kohlensäure, wenn auch alle anderen Bedingungen erfüllt sind, die Erträge wesentlich erhöhen kann, wird heute kaum noch bestritten. An der Tatsache können alle die erhobenen Einwände, an denen es natürlich auch nicht gefehlt hat, nichts ändern.

Man hat gemeint, die 25 bis 30 : 100000 Raumteile, wie die freie Luft sie bietet, seien das Bestmaß für die Pflanzen, sie seien von lange her darauf angepaßt, höhere CO_2-Gaben würden ihnen schaden. Zahlreiche Versuche lehren das Gegenteil, und längst schon lagen die Erfahrungen der Mistbeetkultur vor; hier werden, in eng begrenztem Raum, recht beträchtliche Mengen von CO_2 entwickelt, und die Pflanzen gedeihen dabei ausgezeichnet, jedenfalls besser, als wenn sie bei der erhöhten Temperatur unter minder günstigen Assimilations-Bedingungen stünden. Auch der



Hinweis auf die etwa 80000 Billionen Kilogramm CO_2, die der Luftozean der Erde enthält, ist kein Gegenbeweis; Diffusion und Luftbewegung sollten beständig für einen raschen Ausgleich sorgen, wo Verbrauch stattgefunden hat. Aber schon seit den Arbeiten von KREUSLER (1885) war bekannt, daß es mehr auf die relative Dichte als auf die absolute Menge der Kohlensäure ankommt: die gleiche Gabe wird um so besser ausgenützt, in je kleinerem Raum sie verteilt ist; freilich wird auch mehr assimiliert, wenn, bei gleich schwachem CO_2-Gehalt, der Pflanze ein größerer Luftraum zur Verfügung steht — das ist zu beachten bei der Auswertung von Gefäßversuchen, bei welchen die Pflanzen wesentlich entfernter zu stehen pflegen, als im Ackerland.

Es sind auch Versuche veröffentlicht worden, bei denen Kohlensäure-Zufuhr kein besseres Wachstum, keine Ertragssteigerung bewirkt hatte; eine spätere Nachprüfung der Ursachen solcher Mißerfolge ist natürlich kaum möglich. Aber beweisen können sie doch höchstens, daß unter gewissen Bedingungen auch mal die Erfolge ausbleiben können. Diese Bedingungen zu erforschen, ist sowohl wissenschaftlich interessant, wie auch praktisch wertvoll!

Die Gefahr, es könnte in stark humosem Boden zuviel Kohlensäure entstehen, so daß Wachstum und Tätigkeit der Wurzeln Schaden leiden könnten, ist nicht vorhanden. Ich habe mit zahlreichen Pflanzenarten den Versuch gemacht, habe sie in Töpfe gebracht, die mit einer Mischung von Blumenerde und Torfmull, 1 : 1 Raumteil, unter Beigabe von Kalkpulver und von noch ganz unzersetzter Pflanzensubstanz, beschickt waren; eine Schädigung war in keinem Fall zu bemerken, weder an den Wurzeln noch an den oberirdischen Teilen.

Aus Freiland-Versuchen mit teils organisch, teils nur mineralisch gedüngten Ackerstücken, bei welchen ein höherer CO_2-Gehalt über den ersteren nicht gefunden wurde, ist geschlossen worden, daß der Wind die bodenbürtige Kohlensäure so rasch fortwehe, daß deren Ausnützung unmöglich gemacht werde. Das kann vielleicht für ganz kleine Versuchsflächen gelten; wo aber Bodenflächen von einigen Kilometern Länge und Breite Kohlensäure abgeben, da wird der — durch den Pflanzenbestand doch stark gehemmte — Wind immerhin einige Zeit brauchen, bis er alle Kohlensäure dem Nachbarn zugeblasen hat.

Das ist natürlich eine große Schwierigkeit für die Versuchsanstellung, daß auf kleinen, schachbrettartig verteilten Quadraten eine Beeinflussung der benachbarten „ungedüngten“ nicht wohl zu

vermeiden ist. Auch sonst ist eine wirklich reine Versuchsanstellung im Freiland, mit bodenbürtiger Kohlensäure, kaum ausführbar.

Ein nur mäßig humushaltiger Boden gibt, nur mineralisch gedüngt, ebenfalls größere Mengen von CO_2 ab, als ohne diese Düngung. Der Stickstoff hat auf die CO_2-Assimilation mehr Einfluß, als man zunächst glauben möchte; er fördert das Wachstum der Blätter, der Assimilations-Organe; bei N-Mangel wird weniger Chlorophyll erzeugt, und es neigen (nach neueren Feststellungen) die Spaltöffnungen dazu, sich zu schließen und geschlossen zu bleiben. Folglich hat die rechte Ausnützung der Kohlensäure ausreichende Stickstoffdüngung zur Voraussetzung! — Ein noch recht dunkles Gebiet der physiologischen Bodenkunde ist die „Festlegung“ der anorganischen Pflanzen-Nährstoffe durch Bakterien und Pilze des Bodens; einmal werden damit diese Nährsalze den grünen Pflanzen entzogen, natürlich unter Mitwirkung der vorhandenen organischen Stoffe, dann wieder werden, ebenfalls durch die Mikroorganismen, jene lebensnotwendigen Grundstoffe in abgebauter, leicht aufnehmbarer Form den Pflanzen dargeboten. Über die näheren Umstände weiß man noch recht wenig; Bodenlockerung dürfte den Abbau beschleunigen.

Ungemein wichtig für die Beurteilung der ganzen Kohlensäure-Frage ist die von REINAU gemachte, auch von anderen bestätigte Feststellung, daß über Nacht sich im Pflanzenbestand die Kohlensäure so stark anhäuft, daß vor Sonnenaufgang ein bis zehnfach höherer Betrag als der übliche der freien Luft nachgewiesen wurde. Sobald die ersten Sonnenstrahlen die Pflanzen treffen, vielleicht schon in der hellen Dämmerung, geht der Kohlensäure-Betrag zurück, im hellen Sonnenlicht soweit, daß CO_2 manchmal kaum noch analytisch nachweisbar ist. Diese Tatsache beleuchtet aber in höchst interessanter Weise die oben gestreifte Meinung, daß der Wind die Ursache sei, wenn über humusgedüngtem Boden keine höheren CO_2-Werte gefunden wurden. Da der Wind bei Tag und bei Nacht weht, kommt er somit als Ursache für jene Erscheinung nicht in Frage; in solchen Fällen war die bodenbürtige Kohlensäure nicht durch den Wind fortgeweht, sondern sie war in die Blätter aufgenommen und darum in der Luft nicht mehr zu finden, nachdem sie ihre Schuldigkeit getan.

Diese nächtliche Anhäufung von CO_2 über dem Boden, innerhalb des Pflanzenbestandes, erklärt aber wohl auch eine weit verbreitete und wahrscheinlich auch richtige Meinung: Morgensonne soll den Pflanzen zuträglicher sein als Abendsonne. Das wird sofort

begreiflich, wenn wir bedenken, daß die Lichtspenderin die Pflanzen am Morgen in einer an Kohlensäure reicheren Umgebung bescheint als am Abend, wenn jene angehäufte Kohlensäure längst verbraucht ist.

Eine wissenschaftlich recht interessante Frage ist die, wie sich in der freien Natur die Kohlensäure-Verhältnisse gestalten, und wie darauf das natürliche Pflanzen-Vorkommen sich einstelle. Ich möchte nicht verfehlen, daran zu erinnern, daß solche sehr dankenswerte Feststellungen nicht nur im hellen Tageslicht, sondern auch vor Sonnenaufgang unternommen werden müßten. Denn bei Tage werden Sonnenlicht und Pflanzenblätter dafür sorgen, daß nicht mehr viel CO_2 gefunden wird.

Noch eine andere von REINAU ermittelte Tatsache muß ich erwähnen: innerhalb eines Pflanzenbestandes, auf humusgedüngtem Boden und im Tageslicht, nimmt der Kohlensäure-Gehalt der Luft von unten nach oben nicht zu, sondern ab! In halber Höhe der Pflanzen wurde er geringer gefunden, als nahe am Boden, an der oberen Grenze des Bestandes fast = 0, über den Pflanzen die übliche Menge von etwa 0,03 v. H. Wäre, wie behauptet wurde, die freie Luft die wichtigste Quelle der Kohlensäure, dann müßte es umgekehrt sein, es müßte hart am Boden am wenigsten CO_2 nachzuweisen sein.

Und wenn wirklich die 30 : 100000 Teile Kohlensäure das Bestmaß für die Pflanzen wären (welches tatsächlich weit höher liegt), dann würde doch die bodenbürtige Kohlensäure dahin mitwirken müssen, dieses Maß immer wieder herzustellen, wenn der Betrag durch die Assimilation auf fast 0 herabgesetzt ist. Ohne das würden (seitens der Luft-Kohlensäure) nur die obersten Blätter, die stets kleiner sind (!) als die mittleren und unteren, versorgt werden. Dieses durchgehende Größenverhältnis der Blätter läßt allein schon den Schluß zu, daß der wichtigste Teil der Assimilation in Bodennähe vor sich geht.

Ganz „rein" sind die Versuche, durch Humusdüngung die Kohlensäure-Versorgung der Pflanzen zu verbessern, natürlich nicht. Der Humusgehalt des Bodens beeinflußt (vgl. oben) ja auch dessen Bakterienleben und damit den Kreislauf der Boden-Nährstoffe. Er hat aber außerdem noch sehr wichtige Vorteile für den Pflanzenwuchs zur Folge. Schwere, dichte Böden werden gelockert, in leichten Böden wird die wasserhaltende Kraft gesteigert. Die Gefahr der Auswaschung von Nährstoffen, die namentlich für N und K vorliegen kann, wird verringert, wenn diese an die Humusstoffe gebunden sind. Auch die Erwärmung des Bodens ist nicht gering zu achten: die Boden-, d. h. Bakterien-

Atmung erzeugt Wärme, und der durch den Humusgehalt dunklere Boden wird durch die Sonne stärker erwärmt. Die aus dem Humus entwickelte Kohlensäure leistet im Boden einen sehr wichtigen Dienst; sie macht schwer lösliche Nährstoffe leichter löslich und den Wurzeln aufnehmbar. Dann erst, aus dem Boden an die Blätter herantretend, kommt sie selbst als wichtigster Pflanzen-Nährstoff zur Geltung, so ihre Hauptaufgabe erfüllend.

Auch die von BORNEMANN obenauf, als Kopfdüngung gegebene, organische Substanz kommt nicht allein als Kohlensäurequelle in Betracht; sie schützt den Boden vor Austrocknung und bei Winterzeit die Saat vor Frostschäden.

Es ist nun eine wissenschaftlich sehr interessante, aber auch höchst schwierige Frage, wieviel an einer so erzielten Ertragssteigerung die unmittelbare Wirkung der Kohlensäure als Pflanzennährstoff Anteil hat, wieviel jenen anderen Wirkungen einer Humusdüngung gutzuschreiben ist. Daß wir das noch nicht genau angeben können, ist aber kein Grund gegen die praktische Ausnützung des Gedankens. Deswegen die Nutzanwendung für die Pflanzen-Erzeugung und für Deutschlands Volksernährung solange hinausschieben zu wollen, bis die hier berührte Frage völlig klar beantwortet wäre, das wäre weder gut noch klug getan. In der gegenwärtigen Notlage steht das praktische Interesse im Vordergrund!

Selbstverständlich wird die Kohlensäure nicht allein die zu wünschenden Höchsterträge leisten können, die anderen Nährstoffe, besonders N, P, K, Ca, müssen mitwirken. Das kann für den Physiologen gar keine Frage sein. Die mit CO_2 besser ernährte Pflanze wird auch die Nährsalze des Bodens besser ausnützen, und eine ausreichende Versorgung mit diesen Nährsalzen ist wiederum eine Vorbedingung für die beste Verwertung der gebotenen Kohlensäure.

Am „Gesetz des Minimums", wie einst LIEBIG es aufgestellt, ist in neuerer Zeit manche Kritik, und treffende Kritik geübt worden. So wie LIEBIG es ausgesprochen, daß der Pflanzenertrag in gerader Linie proportional sei dem jeweils im Minimum befindlichen Wachstumsfaktor, ist es nicht aufrecht zu erhalten, gilt es höchstens so lange, als jener Faktor stark im Minimum ist. Die Verhältnisse werden dadurch sehr verwickelt, daß die Nährstoffe des Bodens in sehr verschieden aufnehmbaren Formen vorliegen, und daß niemals die Pflanze alle Nährstoffe restlos verwertet, auch nicht den oder die im Minimum befindlichen. Darum kann die Pflanze unter Umständen auch diese besser ausnützen, wenn sie durch Steigerung eines anderen Faktors zu kräftigerem Wachstum angeregt wird. Alle Wachstumsfaktoren wirken eben zusammen,

jeder in seiner Weise. Wie gerade der Stickstoff auch eine bessere Verwertung der Kohlensäure ermöglicht, wurde oben ausgeführt.

Unbedingt festhalten müssen wir aber an der Folgerung aus dem Minimum-Gesetz, daß die Höchsterträge, die wir heute und in Zukunft brauchen, nur dann zu erhoffen sind, wenn keiner der Wachstumsfaktoren mehr im Minimum ist, sondern sie alle, soweit Menschenwitz und Menschenkraft es leisten können, in voll ausreichendem Maße gegeben sind. Und unter diesen darf auch die Kohlensäure nicht fehlen. Alle früheren Feststellungen einer oberen Grenze, über welche hinaus Gaben von N, P, K keine wesentliche Steigerung der Erträge mehr zu erwirken vermögen, sind ohne Rücksicht auf die Kohlensäure gemacht. Daß es aber auf diese sehr ankommt, glaube ich in meinen Ausführungen gezeigt zu haben.

Und noch ein Punkt darf nicht übergangen werden: Versuche über den Wert einer „Kohlensäure-Düngung" im Freiland, mittels Humusdüngung, dürfen nicht nur nach dem Erfolg der ersten Vegetationsperiode beurteilt werden! Wie jeder Praktiker weiß, ist eine jahraus jahrein nur mineralische Düngung nicht von guter Wirkung auf den Boden und auf die Pflanzenerträge. Wiederholte organische Düngung dagegen bewirkt nachhaltige Verbesserung des Bodens, weshalb in allen Fällen diese Nachwirkung Beachtung verdient!

An der Grundtatsache, daß mittels besserer Kohlensäure-Versorgung höhere Erträge zu erreichen sind, ist heute nicht mehr zu zweifeln. Selbst die Gegnerschaft gibt jetzt zu (während sie gleichzeitig die ganze Sache für wertlos und unbedeutend erklärt), daß Mehrernten von 25 bis 30 v. H. (!) erreicht werden könnten, wobei aber die direkte Kohlensäure-Wirkung allein gemeint ist, ohne die oben erwähnten Nebenwirkungen. Wenn aber auch wirklich nur die 25 bis 30 v. H. erreicht würden, so gäbe das für Deutschland schon einen recht ansehnlichen Gewinn. Dieses Ziel könnte längst erreicht sein, wenn den Vorkämpfern des Kohlensäure-Gedankens ausreichende Mittel für ihre Arbeiten zur Verfügung gestanden hätten. Statt dessen ist kostbare Zeit verloren; ich darf es jedem selbst überlassen, sich zu fragen, was es bedeutet hätte, wenn wir schon vor dem Kriege diese höheren Ernten gehabt hätten. Bisher hat die Kohlensäure-Sache im Zeichen des „behinderten Fortschrittes" gestanden; aber nun kann es wirklich bis zum siegreichen Durchbruch nicht mehr lange dauern — ein paar Jahre vielleicht noch.

---

38. Ernst Münch: Versuche über den Saftkreislauf.

(Mit 7 Abbildungen im Text.)

(Vorgetragen in der gemeinschaftlichen Sitzung der drei deutschen botanischen Vereinigungen in Braunschweig am 7. Juni 1927.)

Im Februar vorigen Jahres habe ich in der Versammlung der Deutschen Botanischen Gesellschaft in Berlin eine Theorie der Dynamik der Saftströmungen[1]) vorgetragen, mit der ich hoffe, die Stoffbewegungen in der Pflanze, besonders die Ableitung der Assimilate, mit physikalischen Ursachen erklären zu können. Inzwischen habe ich mit Unterstützung der Notgemeinschaft der deutschen Wissenschaften Versuche zur Ergänzung der Theorie ausgeführt, die mit den notwendigsten theoretischen Erläuterungen im Nachfolgenden in Kürze vorgetragen seien. Eine ausführliche Darstellung bleibt einer größeren Abhandlung vorbehalten.

I. Physikalische Versuche.

Eine mit Zuckerlösung gefüllte, in Wasser tauchende osmotische Zelle saugt Wasser auf und preßt Lösung in ein aufgesetztes Steigrohr aus, bis die Flüssigkeitssäule so hoch gestiegen ist (h_1 in Abb. 1 A), daß ihr mechanischer Druck dem osmotischen Druck der Lösung gleich ist und weitere Wasseraufnahme hindert. Ist

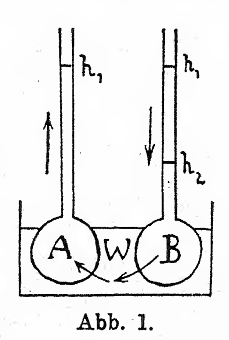


Abb. 1.

die Konzentration und damit der osmotische Druck der Lösung geringer, so daß er nur einer Flüssigkeitssäule von der Höhe h_2 (Abb. 1 B) das Gleichgewicht hält, so wird ein höherer mechanischer

1) Diese Berichte 44, p. 68, 1926. — Vgl. auch BÜSGEN, Bau und Leben der Waldbäume, 3. Aufl., bearbeitet von MÜNCH, p. 131–134, 175, 284–286, 349–357. Jena 1927.

Druck h_1 Wasser durch die Zellwand pressen, bis der Wasserspiegel auf h_2 gesunken ist. Enthält B reines Wasser, so wird alles Wasser bis zur Höhe des äußeren Wasserspiegels ausgepreßt.

Verbindet man beide Zellen durch ein Rohr (Abb. 2), und enthält A eine Lösung von höherer Konzentration als B, so saugt A Wasser ein und preßt Lösung durch das Verbindungsrohr nach B. Die Lösung in B kommt dadurch unter einen mechanischen Überdruck, der aus ihr Wasser auspreßt, das nach A strömt und dort wiederum aufgesogen wird. Diese Strömungen gehen solange weiter, bis in beiden Zellen gleiche Konzentration und ein Gleichgewicht zwischen osmotischem und hydrostatischem Druck erreicht ist (Grundversuch).

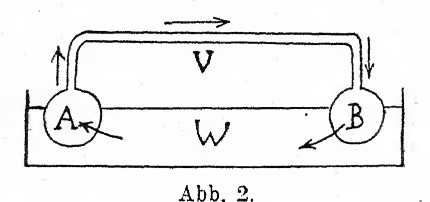


Abb. 2.

Bedeutet A in Abb. 2 eine Blattzelle, in welcher durch Kohlensäureassimilation Zucker entsteht, B eine wachsende oder speichernde Zelle im Stamm, in welcher Zucker in Stärke, Zellulose usw. umgesetzt wird und dadurch seinen osmotischen Druck verliert, V eine beide Zellen verbindende Siebröhre, W das Wasser der Leitungsbahnen des Holzkörpers, so saugt das Blattparenchym Wasser aus der Holzbahn der Blattnerven, preßt Zuckerlösung durch die Siebröhre zur Speicherzelle und dort Wasser in die Leitungsbahnen des Holzes aus, das zum Blatt zurückströmt.

Den Versuch Abb. 2 kann man mit Schweinsblasen ausführen, die durch Gummischläuche und Glasröhren miteinander verbunden sind. Zur leichteren Handhabung ist eine Anordnung wie in Abb. 3 zu empfehlen. Die Glasglocken A und B sind mit Pergamentpapier abgeschlossen, das mit einer Niederschlagshaut von Ferrocyankupfer gedichtet ist. Durch die mit Gummischlauch und Klemmschraube verschließbare Einfüllöffnung können beide Zellen mit verschiedenartigen Lösungen gefüllt werden. A taucht in Wasser, B wird zur Vermeidung von Verdunstungsverlusten mit Kork in ein Glas eingedichtet. Das austretende Wasser wird durch einen Trichter in einem Proberöhrchen aufgefangen. Zur Messung des auftretenden Druckes kann auf die Einfüllöffnung ein Manometerrohr aufgesetzt werden.

Die Art, wie in der Pflanze zwischen Assimilationsgewebe und Speichergewebe Konzentrationsdifferenzen und dadurch Saftströmungen zustande kommen, kann man dadurch versinnbildlichen, daß man in Zelle A Kupfersulfat, in Zelle B Kalkmilch bringt. Die Kupfersulfatlösung strömt dann von A nach B, wird hier unlöslich ausgefällt, so daß sie hier ihren osmotischen Druck verliert. Die Strömung im Rohr unter Wasseraustritt bei B geht dann längere Zeit vor sich.

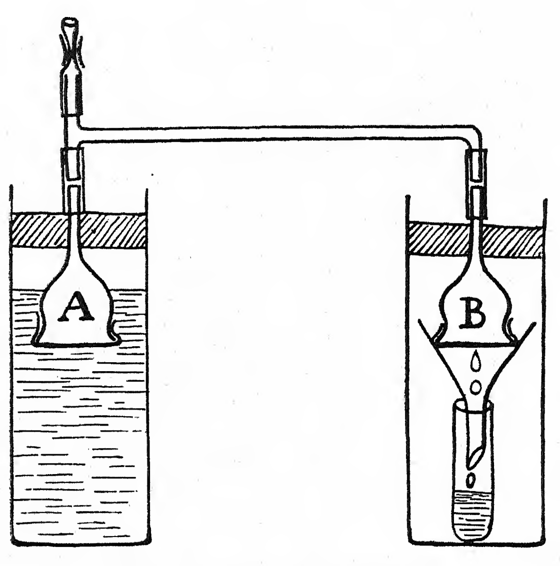


Abb. 3. Modell für Saftströmung.

In der autotrophen grünen Pflanze endosmiert in das Blattparenchym das leicht permeierende Kohlendioxyd aus der Luft und Wasser aus dem Holz der Blattnerven. Beide Stoffe werden durch die Photosynthese zu Zucker vereinigt. Dadurch wird ein Diffusionsgefälle zwischen Außenluft und Zellinnern für Kohlendioxyd aufrecht erhalten, das einen dauernden osmotischen Eintritt von Kohlendioxyd zur Folge hat. In den wachsenden, atmenden, sezernierenden und speichernden Gewebeteilen wird der Zucker (nebst andern gelösten Stoffen) verbraucht, d. h. in feste oder sonstwie osmotisch unwirksame Form übergeführt oder veratmet. Die so entstehende Konzentrations- und Druckdifferenz dient zum Antrieb der Saftströmung in der Richtung vom Erzeugungsort zum Verbrauchsort.

Bei den heterotrophen Pilzen entsprechen den grünen Zellen die Absorptionshyphen, in denen die endosmierenden Nährstoffe

in schwer permeierende Assimilate umgewandelt werden, so daß dauernd ein Diffusionsgefälle für den Nährstoff und eine Endosmose desselben aus dem Substrat bestehen bleibt. Die löslichen Assimilate saugen Wasser aus dem Substrat auf, die Zellen kommen dadurch unter Druck und pressen, entsprechend unserm Grundversuch, die Lösung der Assimilate zu den Stellen, wo durch Verbrauch der Assimilate beim Wachstum usw. osmotischer Druck vernichtet wird. Das ausgeschiedene Lösungswasser tritt ins Freie („Tränen“ beim Hausschwamm, bei großen Polyporeen, Pilobolus usw).

Wollte man den gesamten Vorgang der Aufnahme, Assimilation und Wanderung veranschaulichen, so hätte man in Zelle A außer dem Wasser eine permeierende Substanz endosmieren zu lassen, die im Innern der Zelle durch Reaktion mit dem Inhalt der Zelle in einen nicht permeierenden, osmotisch wirksamen Stoff umgewandelt würde. Dieser Stoff müßte dann in Zelle B wieder ausgefällt werden, worauf eine Strömung in der Richtung A—B erfolgen würde. Der Versuch bietet aber gewisse Schwierigkeiten, die noch nicht überwunden werden konnten.

Zur Erklärung der Wasserausscheidung aus aktiven Hydathoden wird man annehmen dürfen, daß infolge der Veratmung gelöster Stoffe durch die äußeren plasmareichen Zellen ein osmotisches Gefälle entsteht, mit der Wirkung, daß nach außen Wasser ausgepreßt wird unter Nachstrom von Lösung aus tiefer liegendem Gewebe.

Saftströmung in der Richtung des Konzentrationsgefälles erfolgt auch, wenn in einem Gewebeteil Reservestoffe gelöst werden, und die Lösung an anderer Stelle verbraucht, d. h. durch Speicherung oder Wachstum usw. osmotisch unwirksam gemacht wird. Um dies darzustellen, wird man in Zelle A den zu lösenden Stoff, z. B. Kupfersulfatkristalle, im Überschuß zugeben.

Bedingung für das Zustandekommen der Saftströmung ist, daß die in den Strömungsweg eingeschalteten Querwände (Zellwände + Plasmaschläuche) für Zucker usw. mehr oder weniger durchlässig sind. Wo Stoffwanderungen überhaupt stattfinden, ist diese Voraussetzung selbstverständlich erfüllt, denn ohne solche Durchlässigkeit wäre keinerlei Stoffwanderung, auch keine Diosmose, möglich. Die Durchlässigkeit für Zucker muß in den Querwänden größer sein als in den an das Holzwasser angrenzenden Wänden der wasseraufsaugenden Zellen am Erzeugungsort. In den Siebröhren ist diese Bedingung dadurch erfüllt, daß die Siebröhrenglieder durch die Siebporen, deren Plasmaverbindungen offene Röhrchen bilden, unter sich in offener Verbindung stehen. Im

Parenchym sind solche offenen Verbindungen nicht nachweisbar. Die Plasmodesmen zwischen den Parenchymzellen sind so fein, daß mikroskopisch nicht zu sehen ist, ob sie die Form von Röhrchen oder von Plasmafäden haben. Unter allen Umständen müssen sie aber den Stoffaustausch von Zelle zu Zelle erleichtern, weil sie die semipermeable äußere Plasmahaut durchbrechen. Die Widerstände gegen Stoffdurchtritt sind bekanntlich vorwiegend in der äußeren Plasmahaut lokalisiert; das Innere des Protoplasten ist für den gelösten Zellinhalt zweifellos durchlässig, sonst könnte z. B. der assimilierte Zucker den Chloroplasten, in dem er entsteht, nicht verlassen. Da die Plasmodesmen nur lebende Zellen unter sich verbinden, nicht aber aus lebenden Zellen nach außen oder in die toten Wasserleitungsorgane des Holzes führen, so sind die Voraussetzungen einseitiger Durchlässigkeit in der Strömungsrichtung auch anatomisch gegeben.

Die gleichen Strömungen würden natürlich auch zustandekommen, wenn die einseitige Durchlässigkeit nicht durch die Plasmodesmen, sondern durch Permeabilität der Plasmahaut an den Grenzwänden zwischen den lebenden Zellen bedingt wäre. Die Plasmahaut müßte in diesem Falle an diesen Stellen anders geartet sein als an der Grenze gegen das Holzwasser. Angesichts des anatomischen Befundes und der bekannten Eigenschaften der Plasmahaut liegt jedoch kein Grund zu solchen Annahmen vor.

Daß Konzentrationsdifferenzen Wasseraustritt am Orte geringerer Konzentration zur Folge haben müsse, hatte schon PFEFFER vor 50 Jahren angegeben. PFEFFER hat seine Betrachtung aber auf die einzelne Zelle mit ungleicher Konzentration an entgegengesetzten Polen beschränkt. In dieser Einschränkung konnte die Theorie zur Erklärung der Stoffwanderung in der Pflanze in größerer Menge und auf größere Strecken kaum etwas beitragen, weil sich Konzentrationsunterschiede im Innern einer Zelle bald ausgleichen müssen. Wir können das Gesetz aber ohne jeden Zweifel auch für ganze Gewebsteile mit ungleicher Konzentration an verschiedenen Stellen und in verschiedenen Zellen anwenden. Die Tatsache der Stoffwanderung beweist uns, daß die in den Strömungsweg eingeschalteten Querwände für das Gelöste und somit auch für die Lösung durchlässig sind, während uns der Plasmolyseversuch zeigt, daß die an Wasser angrenzende, von Plasmodesmen nicht durchbrochene Plasmahaut für die wichtigsten Wanderungsstoffe, besonders für die Zuckerarten, äußerst schwer permeabel ist. Unter diesen Umständen müssen bei Konzentrationsdifferenzen Saftströmungen im Sinne unseres Grundversuchs entstehen. Der ganze

Symplast, soweit seine Zellwände und Plasmaschläuche einen Stoffaustausch von Zelle zu Zelle überhaupt ermöglichen, wirkt hinsichtlich der Saftströmungen wie eine einzige Zelle. Es ist kein Zufall, daß die Pflanze gerade die am schwersten durch die Plasmahaut permeierenden Stoffe, wie Zucker, Amide, Eiweißkolloide, zum Ferntransport benutzt. Die Stoffe werden dadurch in die Richtung gezwungen, in welcher die semipermeable Plasmahaut durch Plasmodesmen oder offene Poren, wie in den Siebröhren, durchbrochen ist. Die geringe Weite der Plasmodesmen ist kein Hindernis für reichliche Flüssigkeitsströme, denn nach physikalischen Erfahrungen mit porösen Wänden und kolloiden Massen lassen Poren von noch geringerer Weite schon bei sehr geringen Überdrucken Wasser und Lösungen reichlich durchtreten.

Die wichtigsten Saftströmungen in der grünen Pflanze sind in Abb. 4, 5 und 6 in einfachster Schematisierung dargestellt.

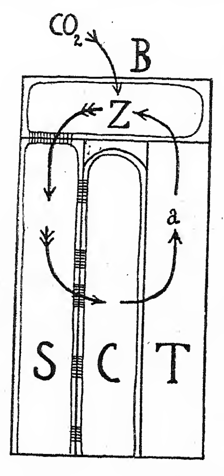
1. Abb. 4 zeigt die Strömungen bei *unterdrückter Transpiration und Wasseraufnahme.*

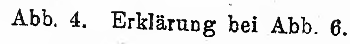
Im grünen Blattparenchym B verbindet sich das endosmierende Kohlendioxyd mit dem Wasser der Zelle zu Zucker Z. Dieser saugt aus der Trachee T des Blattnerven Wasser auf. Dadurch kommt die Zellwand in Spannung und treibt Zuckerlösung (durch Vermittlung der hier nicht dargestellten Gefäßbündelscheide, der Geleitzellen und sonstigen Übergangszellen) in die Siebröhre S, von da ins Cambium C („absteigender Saftstrom"), wo der Zucker in Holz umgewandelt wird und damit seine osmotische Wirkung verliert. Das freiwerdende Lösungswasser wird durch den nachschiebenden Druck des Siebröhrensaftes wie in unserm Grundversuch ins Holzwasser T ausgepreßt und von hier, unterstützt durch die Blattsaugung, wieder ins Blatt. So entsteht ein geschlossener *Saftkreislauf.*

2. Abb. 5 zeigt die Strömung im entlaubten Baum oder im Wurzelstumpf des gefällten Baumes, also die Vorgänge im Wurzelbereich bei *unterdrückter Assimilation und Transpiration.*

Wird im wachsenden Cambium C Zucker verbraucht, so sind die Siebröhren in der Lage der Zelle A, das Cambium in der Lage der Zelle B unseres Grundversuches (Abb. 2). Die Siebröhren saugen (durch Vermittlung der Endodermis und der Wurzelrinde) Bodenwasser auf und pressen Zuckerlösung ins Cambium; aus diesem wird das Lösungswasser in die Holzbahn T gepreßt und entweicht nach oben (Blutungssaft). Der Druck, der im Holzwasser entsteht, ist der Blutungsdruck. Diese Strömung kann dadurch verstärkt und verlängert werden, daß im Rindenparenchym Speicherstoffe gelöst

werden. In diesem Falle saugen die Speicherzellen Bodenwasser auf und pressen Lösung in das wachsende Cambium aus. Ohne diese Unterstützung wäre der Blutungsstrom jedenfalls nur geringfügig.




Abb. 4. Erklärung bei Abb. 6.

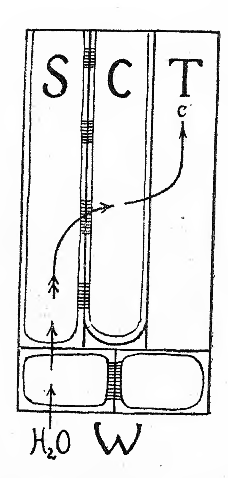


Abb. 5. Erklärung bei Abb. 6.

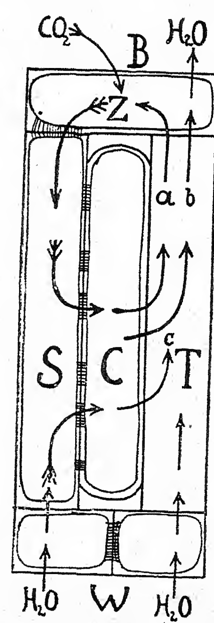


Abb. 6. Saftströmungen im Kormophyten. B Blattparenchym, S Siebröhren, C Cambium, T Tracheen, W Wurzelrinde (Endodermis), Z Zucker, a Lösungswasser, b Transpirationswasser, c Blutungswasser. Die ungefiederten Pfeile geben die Strömungen des Wassers an, die einfach gefiederten die der CO_2, die doppelt gefiederten die der Zuckerlösung. Die inneren Konturen der Zellen B, S, C und W bedeuten den Plasmaschlauch, die Plasmaverbindungen zwischen den Zellen sind durch Strichelung angedeutet.

Beim Bluten wird also nach unserer Vorstellung das Bodenwasser nicht durch die Holzbahnen aufgenommen, da diese bei unterdrückter Transpiration keine Saugkraft haben, sondern durch das Leptom, das in der Wurzelspitze wegen des radialen Baues der Gefäßbündel ja auch mit der Wurzelrinde auf größerer Fläche in Berührung steht als das Holz.

3. Sind Transpiration, Assimilation und Wasseraufnahme im Gang (Abb. 6), so entsteht außer den vorhin beschriebenen Vorgängen im Blattparenchym infolge der Verdunstung eine Turgorsenkung mit der Folge, daß das Blattparenchym nicht nur das Lösungswasser für den Zellsaft a, sondern auch das Transpirationswasser b aus den Holzbahnen osmotisch aufsaugt. Das Holzwasser kommt dadurch in Kohäsionsspannung, die die Absaugung des Lösungswassers aus dem Cambium unterstützt und außerdem Bodenwasser aufsaugt. Das Bodenwasser strömt nicht allein durch die Holzbahnen, sondern auch durch das Leptom ein.

In dem Maße, wie die Wandspannung des Blattparenchyms durch den Wasserentzug der Transpiration gesenkt wird, vermindert sich der mechanische Druck, mit welchem die Zuckerlösung aus dem Blattparenchym in die Siebröhren eingepreßt wird. In gleichem Maße steigt aber auch die Kohäsionsspannung des Holzwassers, die sich bis zum Cambium fortpflanzt; deshalb bleibt die Summe der Saug- und Druckkräfte, die den Saftkreislauf betreiben, gleich hoch wie im ersten Fall, nämlich gleich dem osmotischen Druck (gemessen am osmotischen Wert) des Blattparenchyms.

Zu Schauversuchen wurde ein Modell nach Abb. 7 verwendet, mit dem man durch Einfüllung von Lösungen oder Wasser in die entsprechenden Zellen die beschriebenen Strömungen erzeugen kann. Durch geeignete Lage des Apparats ist dafür zu sorgen, daß sich die Flüssigkeiten nicht zu rasch mischen. Um den Übertritt von Wasser aus C nach T zu zeigen, kann man in die Röhre T einen Pfropfen einschieben und nur den oberen Teil derselben mit Wasser füllen.

Zu diesen Grundtypen der Stoffbewegungen treten noch örtliche Strömungen gelegentlich der wiederholten Umwandlung der Wanderungs- und Speicherstoffe im Laufe der Vegetationszeit. Auch führt der aufsteigende Saftstrom im Holz zeitweise beträchtliche Mengen von Zucker und anderen Nährstoffen mit sich, die durch Exosmose aus den Holzparenchym- und Cambialzellen ins Holzwasser gelangen und zum Aufbau der Belaubung dienen. Ihr Vorkommen deutet darauf hin, daß die Plasmahaut dieser Zellen wenigstens

zeitweise nicht vollkommen undurchlässig ist. Diese Permeabilität ist aber, wie in Abschnitt II 6 gezeigt, äußerst gering. Bei der sehr großen Berührungsfläche zwischen Holzparenchym und Holzwasser (beim Nadelholz etwa 6000 qm im cbm Holz) und der langen Diffusionszeit in den Wintermonaten genügt schon eine sehr geringe Exosmose, um erhebliche Stoffmengen ins Holzwasser gelangen zu lassen.

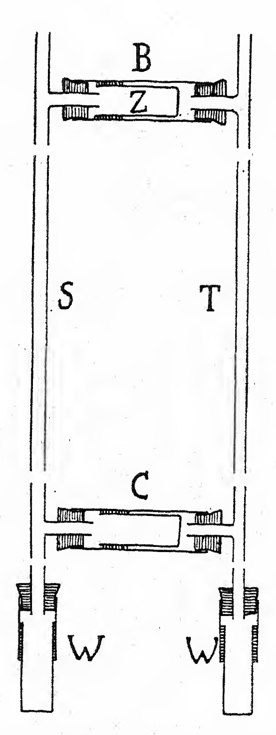


Abb. 7. Modell für den Saftkreislauf. Osmotische Tonzellen sind mit Siegellack in Glasröhren eingedichtet. Mittels durchbohrter Gummipfropfen und Gummischläuchen werden die Teilstücke verbunden. Bezeichnungen wie in Abb. 6

Da der Wasseraustritt aus dem Cambium und den speichernden Zellen unter Druck erfolgt, ist er im Stande, Luftblasen aus dem Holzwasser zu verdrängen und entleerte Gefäße wieder aufzufüllen. Hierin dürfte die auch von der Kohäsionstheorie geforderte Mitwirkung lebender Zellen am Saftsteigen zu suchen sein. Auf andere Weise können bis jetzt die beobachteten Schwankungen im Wassergehalt des Holzes nicht erklärt werden.

II. Physiologische Versuche.

1. Nachweis der Leitungsbahnen für den absteigenden Saftstrom.

Daß die Assimilate durch die Rinde und zwar durch die Siebröhren von den Blättern zu den Verbrauchsorten geleitet werden, wurde neuerdings mehrfach bezweifelt oder bestritten. Die Wanderung der Assimilate geschehe vorwiegend oder ausschließlich im Holzkörper, die Siebröhren seien dazu nicht ausreichend, sie sollen lediglich Wuchshormone, Eiweiß und derartige Ergänzungsstoffe führen.

Man hat dabei meine früheren Versuche[1]) übersehen, wonach ein üppiges Cambialwachstum auch dann stattfindet, wenn jede Zufuhr aus dem Holz abgeschnitten ist, so daß sich das Cambium nur aus der Rinde ernähren kann. Wird nämlich das Holz durch Pilze oder durch Injektion von Giften bis dicht unter das Cambium getötet, so wächst dieses gleichwohl weiter, sogar in sehr gesteigertem Maße. An den abgetöteten Holzstellen entstanden aus dem Rindencambium neue Holzringe, die die Breite der bisherigen Jahrringe bis zum siebenfachen Betrag übertrafen. Ich führte diese Wuchssteigerung u. a. auf den Wundreiz infolge der Abtötung zurück. Löste ich die Rinde von Pappeln vom Holz ab und unterlegte sie mit Guttapercha, so wuchs das Cambium ebenfalls weiter.

Im letzten Sommer wiederholte und erweiterte ich diese Versuche an vielen Holzarten mit gleichem Erfolg. Zu Versuchen mit abgelösten Rindenstreifen eignen sich besonders Ebereschen (*Sorbus aucuparia*), Weiden, Ahorn, Esche und andere Laubhölzer, während die Rinde der Fichte die Ablösung nicht verträgt. Tritt keine Störung durch Pilzinfektionen usw. ein, so wächst das Cambium des abgelösten Rindenstreifens weiter, sowohl wenn die Rinde nur unten oder nur oben oder oben und unten mit dem Stamm in Verbindung gelassen wird. Auch die im folgenden Abschnitt vorgetragenen Versuche beweisen, daß das Cambium in seiner Versorgung mit allen Nährstoffen und mit Wasser vom angrenzenden Holzkörper vollkommen unabhängig ist.

2. Wasserausscheidung aus dem wachsenden Cambium.

Um die nach unserer Anschauung stattfindende Wasserausscheidung aus dem wachsenden Cambium festzustellen, wurden

1) Naturwiss. Ztschr. f. Forst- und Landwirtschaft, 8. Jahrgang 1910, p. 425 ff.

zahlreiche Versuche an verschiedenen Baumarten, besonders Laubholzarten ausgeführt. Von den Stämmen wurden Rindenstreifen bis 2 m Länge und Handbreite vom Holz abgelöst, so daß sie oben noch mit dem Stamm im Zusammenhang blieben. Die abgelöste Rinde wurde in Stanniol, Guttapercha oder Ölpapier eingehüllt, und die Hülle mit Baumwachs dicht verklebt. Unten wurde an die Hülle mit Guttapercha ein Glasröhrchen eingedichtet, das in eine Flasche mündete. Das Rindencambium wuchs in mehreren Fällen über die ganze Länge des Rindenstreifens ohne erhebliche Störung weiter, erzeugte erst einen kräftigen Kallus, dann in diesem auch Leitungsbahnen und ein neues Cambium, das im Laufe des Sommers dicken, in einem Falle bis 2 cm starken Holz- und Rindenzuwachs bildete.

Der Erwartung entsprechend schied das wachsende Gewebe reichlich Wasser aus, das sich im Glas ansammelte. U. a. wurde an zwei 145 cm langen und 7—10 cm breiten Rindenstreifen einer Eiche im Laufe des Sommers 425 und 320 ccm Wasser aufgefangen.

In andern Versuchen wurde das vom Cambium ausgeschiedene Wasser durch Wattestreifen aufgefangen, die unter die abgelöste Rinde gelegt und mit dieser zusammen in der beschriebenen Weise eingehüllt wurden. Die Watte saugte sich voll Wasser, das nach Abschluß der Versuche durch Wägung der feuchten und der getrockneten Watte bestimmt wurde. Außerdem wurde der Wassergehalt der abgelösten Rinde vor und nach dem Versuch bestimmt. An den gleichen Bäumen wurden ebensolche Versuche mit Rindenstreifen ausgeführt, die entweder mit Formol und Äther getötet oder vollständig vom Baum getrennt waren. In allen störungslos verlaufenen Versuchen war die Wasserabscheidung aus lebenden Rindenstreifen und der schließliche Wassergehalt derselben erheblich größer als bei den toten Rinden (s. Tabelle).

		Kirschbaum Nr. 1	Kirschbaum Nr. 2	Pappel
Wasserausscheidung in ccm	am lebend. Rindenstreifen	38,0	27,5	71,5
	am toten Rindenstreifen	23,5	13,0	18,5
Wassergehalt der Rinde in % des Trockengewichts	ursprünglich	—	116,2	84,7
	am Schluß des Versuchs: im lebend Rindenstreifen	173,0	99,7	183,2
	am Schluß des Versuchs: im toten Rindenstreifen	79,2	77,2	77,2

			Sorbus aucuparia	*Quercus rubra*	*Fraxinus excelsior*	*Fraxinus excelsior*
Wasserausscheidung in ccm		am zusammenhängenden Rindenstreifen . . .	53,0	96,0	19,6	56,5
		am abgetrennt. Rindenstreifen .	17,0	11,0	5,1	15,0
Wassergehalt in % des Trockengewichts	ursprünglich		—	77,5	—	—
	am Schluß des Versuchs	im zusammenhängenden Rindenstreifen . . .	124,2	99,7	—	142,5
		im abgetrennten Rindenstreifen .	61,4	67,0	—	67,1

Wurden lebende Rindenstreifen oder geschälte Holzstücke in Gläser gestellt, so wuchs das Cambium weiter und schied Wasser aus, daß sich teils an der Glaswand, teils in Tropfen auf der Cambialfläche festsetzte. Soweit die Versuche reichen, war diese Wasserabgabe aus lebendem, wachsendem Cambium größer als die von gleich behandelten getöteten Holz- und Rindenstreifen.

Außer der unmittelbaren Wasserauspressung spielt bei diesen Versuchen auch die Verdunstung eine Rolle. Bei Temperaturanstieg verdunstet das Cambium Feuchtigkeit, die sich bei Abkühlung teils an der Glaswand oder Hülle, teils wieder auf dem Cambium selbst niederschlägt. Ist das Cambium tot, so wird dieses Wasser wieder aufgesogen, ist es lebend, so bleibt es in Tropfenform an der Oberfläche hängen. Dies läßt darauf schließen, daß die wachsenden Cambialzellen mit Wasser gesättigt oder übersättigt sind. Sie müssen deshalb unter den im wachsenden Stamm herrschenden Bedingungen Wasser ins Holz abgeben, sobald sich ihr osmotisch wirksamer Inhalt durch den Stoffverbrauch verringert.

Um die Saugkraft des wachsenden Cambiums weiter zu prüfen, wurden entrindete Zweige an den Schnittflächen mit Paraffin abgedichtet und, nachdem das Cambium zu wachsen begonnen hatte, in Wasser gestellt. Sie saugten nur sehr wenig Wasser auf, wahrscheinlich nur durch die unvermeidlichen Fehlstellen im lebenden Cambium, jedenfalls erheblich weniger als ebenso behandelte getötete Zweige.

3. Der Siebröhrensaft.

Bei den meisten Baumarten tritt Siebröhrensaft aus, wenn man die Rinde bis zum Cambium quer durchschneidet. Bringt man in einer gewissen Entfernung oberhalb oder unterhalb des ersten Schnittes einen zweiten Schnitt an, so scheidet dieser keinen Saft aus, da durch den Saftaustritt die Wandspannung der Siebröhren aufgehoben oder verringert ist. Diese Beobachtungen hatte schon TH. HARTIG 1860 gemacht, doch scheint seine in einer forstlichen Zeitschrift[1]) veröffentlichte Arbeit darüber in der Physiologie übersehen worden zu sein. TH. HARTIG hatte in dieser Arbeit auch nachgewiesen, daß der Siebröhrensaft der Bäume hauptsächlich aus Zuckerlösung besteht.

Die Druckverminderung, die als Folge des Saftaustrittes entsteht, pflanzt sich nach meinen Versuchen mit großer Geschwindigkeit, bei Roteiche meist über 10 cm in der Sekunde über eine Strecke bis zu 6 m nach unten fort, nach oben dagegen nur 50—70 cm weit, zum Beweis, daß der Druck von oben kommt. Ähnliche Geschwindigkeiten und Entfernungen wurden bei *Robinia* und *Tilia* festgestellt, während sie bei anderen Baumarten zum Teil geringer sind. Bei *Robinia* konnten auf diese Weise auch seitliche, nach 1—2 Minuten nachweisbare Bewegungen des Siebröhrensaftes in peripherischer Richtung festgestellt werden.

Mechanische Biegungen des Stammes oder Prellung der Rinde heben sofort den Turgor der Siebröhren auf, so daß diese auf Anschneiden keinen Saft austreten lassen. Nach etwa 15 Minuten stellt sich der Turgor und der Saftaustritt aus frischen Schnitten wieder ein. Ist der Saft aus Schnitten ausgetreten, so dauert es länger, etwa eine Stunde, bis sich die Siebröhren größtenteils wieder aufgefüllt haben. Auch Wind setzt infolge der Biegungen der Zweige den Saftdruck in den Siebröhren stark herab.

Damit ist eine außerordentliche Beweglichkeit des Saftes in den Siebröhren, wie sie bei Kürbis und anderen Pflanzen mit großporigen Siebtüpfeln schon bekannt war, und eine vollkommene Wegsamkeit der offenen Verbindungen zwischen den Siebröhrengliedern als allgemeine Erscheinung nachgewiesen. Die Versuchsergebnisse lassen erkennen, daß Verminderung des Druckes in den Siebröhren an einer Stelle den Siebröhrensaft auf weite Strecken, wahrscheinlich in wenigen Minuten durch die ganze Baumlänge, in der Richtung des Druckgefälles in Bewegung setzt.

---

1) Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 1860, p. 257.

Bei manchen Baumarten, besonders *Tilia, Quercus, Robinia, Castanea*, fließt der Saft aus Einschnitten unter günstigen Bedingungen so reichlich, daß ganze Reagensgläser voll gesammelt werden konnten. Die Analyse desselben hat Herr Kollege WISLICENUS übernommen. Bis jetzt steht soviel fest, daß der Saft fast ganz aus Zuckerlösung besteht, wie schon aus seinem sehr süßen Geschmack zu erkennen ist. Er ist bei allen untersuchten Holzarten ursprünglich farblos und klar, an der Luft läßt er Flocken einer meist bräunlich gefärbten Substanz ausfallen. Die Saftkonzentration wechselte bei verschiedenen Baumarten zwischen 14 und 31 % vom Lösungswasser. Der osmotische Wert des frischen Saftes entsprach bei einigen Proben dem einer etwas höher konzentrierten Rohrzuckerlösung.

Der Saftaustritt aus Einschnitten in die Rinde beginnt erst mit der vollen Laubentfaltung; im Laufe des Sommers nimmt er zu, am stärksten ist er unmittelbar vor dem Laubfall. Nach demselben hört er bald auf und unterbleibt im Winter, weil zu dieser Zeit die Siebröhren durch Kallus verstopft sind.

4. Geschwindigkeit des absteigenden Saftstromes.

An Stämmen von *Pinus silvestris, Acer pseudoplatanus, Acer platanoides, Tilia parvifola, Carpinus betulus, Quercus rubra* wurde das Gewicht des letzten Jahreszuwachses bestimmt und aus dem Querschnitt der Siebröhren am oberen Stammteil, der Konzentration des Siebröhrensaftes und der Vegetationszeit die durchschnittliche Geschwindigkeit bestimmt, mit welcher der Bildungssaft den Querschnitt der Siebröhren am oberen Ende des astfreien Stammes durchwandert haben muß, um die zum Wachstum verbrauchten Baustoffe zum Cambium zu führen. Es ergaben sich für den Durchschnitt der 120 tägigen Wachstumsperiode Strömungsgeschwindigkeiten von 16—31 cm in der Stunde. Berücksichtigt man außerdem noch die Strömungen, die durch Speicherung und Atmung, sowie durch die wiederholten Umwandlungen der Reservestoffe verursacht werden müssen, so ergibt sich, daß der absteigende Saft in den Siebröhren des Stammes mit ähnlicher Geschwindigkeit abwärts strömt wie das Wasser im Holz aufwärts. Für die Saftströmungen im Stiel von Früchten (Eiche, Buche, Pflaume, Birne), die die Stoffe zum Aufbau der Früchte aufwärts führen, ergaben sich geringere Geschwindigkeiten von 2,81—4,46 cm in der Stunde, doch sind diese Bestimmungen weniger sicher.

Schätzungen auf Grund des Blattvolumens, der Saftkonzentration, der jährlichen Assimilationsgröße und der Zelldimensionen ergaben, daß bei bestwüchsigen Buchen die grünen Blattzellen ihren Inhalt

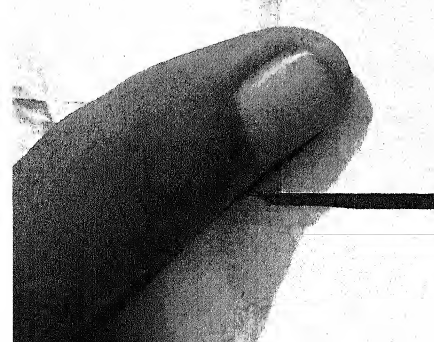
mit einer durchschnittlichen Geschwindigkeit von etwa 2—3 μ in der Stunde in die Blattnerven entleeren müssen, um die Lösung der Assimilate abzuleiten. Die Schätzungen führten auch auf anderem Wege in die Größenordnung von nur wenigen μ in der Stunde. Die größere Geschwindigkeit im Stamm kommt nur dadurch zustande, daß sich die Leitungsbahnen der Blätter mit ihrer Vereinigung in den Blattstielen, Zweigen und Stämmen außerordentlich verengen, so daß die Strömungsgeschwindigkeiten entsprechend wachsen müssen.

Die Geschwindigkeit, mit der die gelösten Baustoffe beim Holzzuwachs durch das Cambium wandern, wurde in der Weise bestimmt, daß das Gewicht des von jedem qcm der Cambiumfläche im Jahr gebildeten Holzes aus der Jahrringbreite und dem spezifischen Gewicht des erzeugten Holzes festgestellt und hieraus sowie aus der durchschnittlichen Saftkonzentration die Saftmenge bestimmt wurde, die in der Stunde durch das qcm der Cambialfläche wandert. Bei verschiedenen Laubhölzern betrug im Durchschnitt der Wachstumsperiode der täglich gebildete Holzzuwachs pro qcm 1—4 mg Trockensubstanz; bei einer Saftkonzentration von 20 % berechnet sich hieraus eine durchschnittliche Stundengeschwindigkeit von 2—8 μ, mit der der Bildungssaft beim Holzzuwachs durch das Cambium wandert, also (zufällig?) die gleiche Größenordnung wie für die Strömung im Blattparenchym gefunden. Geht die Strömung nicht, wie hier vorausgesetzt, durch die ganze Cambialzone, sondern, wie es wahrscheinlicher ist, hauptsächlich durch die Markstrahlen, und wird auch der Transport der Speicher- und Atmungsstoffe berücksichtigt, so sind diese Geschwindigkeiten entsprechend zu erhöhen; jedenfalls aber bleiben sie in der Größenordnung von weniger als $^1/_{10}$ mm in der Stunde.

Die Strömungsgeschwindigkeiten sind also in den Siebröhren des Stammes etwa 100000 mal so groß wie in den übrigen lebenden Zellen. Sie stehen im Einklang mit der vorhin betrachteten großen Wegsamkeit der Siebröhren infolge ihrer offenen Siebporen. Im Parenchym sind dagegen die Strömungsgeschwindigkeiten so gering, daß die engsten Plasmaverbindungen genügen, um den Zellsaft von Zelle zu Zelle zu leiten.

5. Menge des Saftkreislaufes.

Nach forstwissenschaftlichen Feststellungen erzeugen die Waldbäume auf besten Standorten 9000—10000 kg Trockensubstanz je Jahr und Hektar. Rechnen wir, mit Berücksichtigung der Atmung, mit 10000 kg und nach unsern Bestimmungen mit einer 20%igen



Konzentration des absteigenden Saftes (20 Teile Zucker usw. auf 100 Teile Wasser), so beträgt die zur Lösung und Ableitung der Assimilate verwendete Wassermenge 50000 Liter im Jahr und ha, das ist $2^1/_2$ % des gesamten Wasserverbrauches, der für das Jahr und ha auf etwa 2000000 Liter anzunehmen ist. Weitere Strömungen ergeben sich aus der wiederholten Umsetzung der Reservestoffe im Laufe des Jahres, und aus dem Grunde, daß die Bildungsstoffe vom Cambium nicht vollständig verbraucht werden, sondern zum Teil aus dem Cambium und anderen lebenden Zellen ins Holzwasser übertreten und mit diesem abermals in die Blätter gelangen.

Für einen gutwüchsigen 100jährigen Baum von 1 cbm Holzmasse können wir die Menge des im Kreislauf bewegten Wassers auf über 100 Liter im Sommer, ∾ 1 Liter im Tag, einschätzen; bei geringerem Wuchs ist diese Größe zu ermäßigen.

6. Permeabilitätsfragen.

Die vorhin angegebene Stoffbewegung von 1—4 mg je Tag und qcm Cambiumfläche, die zur Speisung des Dickenzuwachses durch das Cambium hindurch stattfindet, wurde mit der Exosmose von Stoffen aus den lebenden Zellen ins Holzwasser des Stammes verglichen. Aus der exosmierenden Oberfläche dieser Zellen, der Menge und Konzentration des Holzsaftes im Frühjahr und der Diffusionszeit ergab sich, daß diese Exosmose in der Vegetationsruhe nur 1 : 10000 der Stoffe befördert, wie sie in der Zeiteinheit durch die gleiche Cambiumfläche wandert, und nur $1:10^9$ der durch die Flächeneinheit des Siebröhrenquerschnittes im Stamm in der Zeiteinheit beförderten Stoffmenge. Damit sind die Bedingungen einseitiger Durchlässigkeit im Sinne unserer Theorie erfüllt.

Zur Bestimmung der Exosmose aus dem Cambium wurden abgeschälte Rindenstücke nach Abwaschen der Oberfläche in destilliertes Wasser in Standcylindern gestellt, um durch Eindampfung des Wassers in bestimmten Zeitabständen die Menge der exosmierten Stoffe zu bestimmen. Die Versuche sind noch nicht abgeschlossen, da sich Schwierigkeiten in der Auswertung der Befunde ergaben. In den ersten Stunden traten erhebliche Stoffmengen ins Wasser über, die der natürlichen Stoffwanderung von 1—4 mg je qcm und Tag nahe kamen. Aber schon nach 1—2 Tagen war die Stoffabgabe aus dem bloßgelegten Cambium äußerst gering, sogar geringer als aus der sorgfältig gereinigten Korkhaut, und schliesslich unterblieb die Stoffabgabe so gut wie vollständig; die Plasmahaut erwies sich dann als praktisch undurchlässig für alle Zellinhaltstoffe.

Ob dies auch für die erste Zeit gilt, ob die anfangs in größerer Menge abgegebenen Stoffe aus den Zellen exosmiert sind oder aus den beim Abziehen der Rinde zerrissenen oder sonstwie abgestorbenen Zellen oder aus den Zellwänden stammten, ob Wundreiz eine Rolle spielt u. a., konnte noch nicht einwandfrei entschieden werden.

Zusammenfassung der Grundzüge.

Die örtlichen Unterschiede in der osmotischen Konzentration, wie sie durch die Assimilation oder die Lösung von Speicherstoffen einerseits und den Verbrauch oder die Speicherung der Assimilate anderseits und durch andere Stoffumwandlungen in der vegetierenden Pflanze fortwährend entstehen, erzeugen Druckströmungen des Zellsaftes in der Richtung des Konzentrationsgefälles, die den Bedarfstellen die benötigten Stoffe nach Maßgabe des Verbrauches und der Erzeugung automatisch zuführen.

Im Kormophyten, bei welchem das Gewebe in den Symplasten und in leblose Holzbahnen differenziert ist, wird dabei am Erzeugungsort das Wasser zur Lösung der Assimilate aus den leblosen Holzbahnen in den Symplasten eingesogen und am Verbrauchsort wieder in die Holzbahnen ausgepreßt. Dadurch entsteht ein Saftkreislauf, der bei raschwüchsigen Pflanzen einen nicht geringen Teil des gesamten Vegetationswassers — bei Bäumen über 2% desselben — in Bewegung hält.

In den Siebröhren, die in erster Linie den Ferntransport der Assimilate leiten, gestattet die Form der Plasmaverbindungen als offener Schläuche eine außerordentliche Beweglichkeit des Saftes und hohe Strömungsgeschwindigkeiten, die denen des Transpirationsstromes gleich- oder nahekommen. Im Parenchym ist die Schlauchform der Plasmaverbindungen mikroskopisch nicht nachweisbar, aber auch nicht erforderlich, weil hier die Strömungsgeschwindigkeiten äußerst gering sind.

Die angeführten Ursachen erklären auch, wenigstens teilweise, das Bluten und den Blutungsdruck, sowie die Mitbeteiligung lebender Zellen am Saftsteigen, im besonderen die Wiederauffüllung entleerter Holzbahnen, ferner die Wasserausscheidung von Pilzen und aktiven Hydathoden.

Die hohen Geschwindigkeiten der Saftströmungen und der Druckfortpflanzung in den Siebröhren ermöglichen eine rasche Fortleitung von Reizen zu allen Teilen des Symplasten, sei es durch Fortbewegung von Reizstoffen mit der allgemeinen Strömung, sei es durch mechanische Druckwirkung.

---

39. W. Bavendamm: Neue Untersuchungen über die Lebensbedingungen holzzerstörender Pilze. Ein Beitrag zur Immunitätsfrage.

(Vorläufige Mitteilung, vorgetragen auf der Generalversammlung der Dtsch. Bot. Ges. in Braunschweig am 9. Juni 1927.)

(Aus dem Botanischen Institut der Forstlichen Hochschule Tharandt.)

Einleitung.

Im letzten Generalversammlungsheft unserer Berichte weist APPEL mit Recht wieder einmal darauf hin, wie wichtig eine gründliche Kenntnis der Krankheitserreger und ihrer Wirtspflanzen bei der Durchführung der immer notwendiger werdenden Schädlingsbekämpfung ist und welche Lücken gerade diese Kenntnis noch aufweist. Insbesondere gibt uns der Parasitismus der Pilze und die Frage der Immunität mancher Pflanzen gegen Pilzbefall noch zahlreiche Rätsel auf. Während nun in neuerer Zeit derartigen Untersuchungen für die landwirtschaftlich wichtigen Gewächse zweifellos mehr Beachtung geschenkt wird, ist in der forstlichen Mykologie aus naheliegenden Gründen nur wenig davon zu bemerken. Es schien daher aussichtsreich zu sein, die Untersuchungen über die Immunität und Krankheitsempfänglichkeit der Holzpflanzen im Anschluß an die vor längerer Zeit unternommenen Versuche MÜNCHs, die, wie wir gleich hören werden, eigentlich die einzigen auf diesem Gebiete sind und die auch von APPEL besonders erwähnt werden, wieder aufzunehmen und weiter auszubauen. So habe ich denn vor etwa 1½ Jahren umfangreiche Versuche begonnen, um Grundlagen für weitere Untersuchungen in der angegebenen Richtung zu schaffen. Die Arbeiten stehen jetzt vor dem Abschluß, und es soll hier kurz in Form einer vorläufigen Mitteilung über sie berichtet werden.

Während wir über die allgemeinen Wachstumsbedingungen, also über die günstigste Temperatur, den Einfluß des Lichtes u. dgl., wenigstens der wichtigsten „Xylophagen“ einigermaßen unterrichtet sind, harren noch manche Fragen, die gerade besondere Bedeutung für die Erklärung der Immunität und Krankheitsempfänglichkeit haben, der Beantwortung. Es sind dies vor allem genaue Untersuchungen über das Verhalten der Holzzerstörer bei Sauerstoffentzug und bei Kohlensäureüberschuß.

A. Gasversuche.

1. Übersicht über die Literatur.

Es sei zunächst eine kurze Übersicht über die Literatur gegeben, wobei die Saprophyten zuerst und die Parasiten an zweiter Stelle betrachtet werden sollen. Eine scharfe Scheidung wird allerdings nicht immer möglich sein. Die Saprophyten müssen hier erwähnt werden, da sie einmal für einen Vergleich mit den Parasiten wertvoll und notwendig sind, zum andern deswegen, weil sie wegen ihrer ebenfalls großen praktischen Bedeutung in der Literatur, auch gerade in unseren Berichten, häufig genannt werden.

FALCK berichtet 1907, daß sich der Hausschwamm *(Merulius lacrymans)* 1. in anaërober Kultur bei fast völligem Sauerstoffentzug längere Zeit ebenso günstig fortentwickelt wie unter aëroben Bedingungen, 2. daß bei schwachem Unterdruck (200—300 mm) keine Schädigung durch den Unterdruck und normales Wachstum stattfindet und 3. daß Kohlensäure-Anreicherung nur geringen Einfluß auf den Pilz ausübt.

Gegen diese Angaben spricht sich 1910 ILKEWITSCH aus, indem er sagt, die Behauptung, daß *Merulius* ohne Sauerstoff der Luft leben kann, sei ebenso falsch wie die, daß er bei einer Erniedrigung des Luftdruckes bis ungefähr 200—300 mm zu leben vermöge. In seinen Kulturen mit Wasserstoffatmosphäre „schrumpften die Mycelien nach kurzer Zeit zusammen und gingen dann vollständig zu Grunde“. Dasselbe war der Fall, wenn die Glasglocken, die er benutzte, nur etwas ausgepumpt waren.

Zur selben Zeit veröffentlicht HOFFMANN in seiner Dissertation, die eine Nachprüfung der eben genannten Arbeit FALCKs darstellt, Versuche, aus denen hervorgeht, daß der Hausschwamm bei absolutem Sauerstoffentzug (d. h. in einer Wasserstoffatmosphäre) nach 3 Tagen abgestorben ist. Auch für einige andere *Merulius*-Arten, für *Coniophora cerebella, Paxillus acheruntius* und 4 Polyporeen, darunter auch Parasiten, werden solche „Tötungszahlen“ angegeben. Es wird ferner darauf hingewiesen, daß die Pilze mit ausgesprochenem Flächenmyzel, also die Saprophyten, den Sauerstoff nicht entbehren können, während die kubisch wachsenden Formen, das sind die Parasiten, den Sauerstoff entbehren können, da sie intramolekular zu atmen vermögen.

Ein Jahr später wiederholt aber FALCK, ohne diese beiden Einwürfe und Untersuchungen zu berücksichtigen, nicht nur seine zuerst genannten Angaben, sondern erweitert sie noch durch die Wiedergabe folgender Beobachtungen. Als Ergebnis der erst jetzt

abgeschlossenen Versuche wird angegeben, daß *Merulius* ohne Schwierigkeiten in einer Wasserstoffatmosphäre weiterwächst, daß er demnach ein vollkommen anaërob wachsender Organismus ist und — im Gegensatz zu seiner ersten Angabe — daß Kohlensäure eine vollkommene Entwicklungshemmung, ja sogar eine Tötung hervorruft. Kohlensäure wird daher als Bekämpfungsmittel gegen den Hausschwamm vorgeschlagen. In Tabellen werden nähere Zahlen, auch für den sich ähnlich verhaltenden Kellerschwamm (*Coniophora cerebella*) angegeben. Auch wird die Vermutung ausgesprochen, daß die anaërobe Lebensweise eine allgemeine Eigenschaft der Basidiomyceten sei.

Zu diesen Arbeiten sei jetzt schon bemerkt, daß FALCKs Untersuchungen daran leiden, daß seine Versuche unkontrollierbar sind, da die Apparatur nicht beschrieben wird. ILKEWITSCHs Einwände sind nicht beweisend genug, da mit Angaben wie „nach einiger Zeit“ und dgl. nicht viel anzufangen ist. HOFFMANN hat nur einen Punkt der von FALCK angegebenen Versuchsergebnisse geprüft und ist, da er andere Ziele im Auge hatte, auf Einzelheiten und nähere Untersuchungen nicht weiter eingegangen. Es sind also, da FALCK seine Ansichten später wiederholt und noch stärker zu stützen versucht hat, seit 1912 die Angaben über die anaërobe Natur der wichtigsten Saprophyten, des Haus- und Kellerschwammes, ihre Gleichgültigkeit gegen Unterdruck und ihre Tötung durch Kohlensäure unwidersprochen geblieben.

Was nun die für Immunitätsfragen wichtigeren Parasiten betrifft, so haben wir es, wie gesagt, hier eigentlich nur mit einem Autor zu tun. MÜNCH kommt 1907 in seiner Arbeit über die Blaufäule des Nadelholzes zu dem bemerkenswerten Ergebnis, daß die Lebenstätigkeit der Zellen beim Eindringen der Pilze in den Baum keine Rolle spielt, daß dem Eindringen kein aktiver Widerstand entgegengesetzt wird, sondern daß lediglich der Wasser- und Luftgehalt des Holzes für die Disposition gegen Pilzbefall entscheidet. Er geht dabei von dem Gedanken aus, daß die Holzzerstörer — wie alle Pilze, wie er sagt — sehr sauerstoffbedürftig sind und daher z. B. in den lebensfrischen, wassersatten Splint nicht hineinwachsen können, da es ihnen dort an Luft fehlt.

Im nächsten Jahr wird MÜNCHs Ansicht in seiner Dissertation durch weitere Untersuchungen mit einer großen Anzahl anderer Pilze, vor allen Dingen von Parasiten, und an den verschiedensten Holzarten, d. h. an abgeschnittenen Zweigen oder Holzstücken, ausgebaut und z. T. mit genauen Zahlen belegt. Auf Einzel-

heiten, insbesondere auf die Angaben über die praktische Anwendung, kann hier leider nicht eingegangen werden.

Es muß aber noch erwähnt werden, daß die Frage, wie weit die an den abgeschnittenen Zweigen erhaltenen Ergebnisse auch auf den stehenden Baum übertragen werden können, von MÜNCH eingehend erörtert werden. Er erwägt dabei z. B., daß die Sauerstoffverhältnisse im Baum aus verschiedenen Gründen anders sein könnten als im abgetrennten Holzstück und daß auch die Möglichkeit bestünde, daß die bei der Atmung der lebenden Holzzellen gebildete Kohlensäure die Holzluft für die Pilze verschlechtere. Er kommt jedoch zu dem Schluß, daß diesen Einwänden durch seine vergleichenden Versuche mit lebenden und toten Holzstücken der Boden entzogen sei.

Bei seinen späteren Arbeiten an ganzen Bäumen fand sich aber, daß die Lebenstätigkeit der Holzparenchymzellen doch insofern in Frage kommt, als sie, wie er sagt, als „Sauerstoffkonsumenten zweifellos empfindliche Konkurrenten der sauerstoffbedürftigen Pilzfäden sind und bei intensiver Atmung auch ein verhältnismäßig wasserarmes Holz so sauerstoffarm erhalten können, daß die Pilze nicht einzudringen vermögen."

Eine genaue Nachprüfung der Arbeit von MÜNCH liegt meines Wissens nicht vor. Gegen MÜNCHs Anschauungen sind nur sehr wenig Autoren aufgetreten, die ihn aber z. T. falsch verstanden haben, z. T. nur belanglose Einwände machen, so daß ich hier wohl nicht näher darauf einzugehen brauche. Daß die Untersuchungen, die vor 20 Jahren gemacht wurden, noch nicht fortgesetzt worden sind, ist bezeichnend dafür, mit welchen Arbeitsabständen manchmal in der forstlichen Mykologie zu rechnen ist.

2. Eigene Untersuchungen.

Da es mir nicht recht gelang, einwandfreie Infektionserfolge an Holzstücken zu erzielen, und da, wie MÜNCHs eigener Einwand zeigt, im lebenden Baum doch z. T. andere Verhältnisse vorliegen, beschränkte ich mich zunächst darauf, die Versuche HOFFMANNs nachzuprüfen und die Grundfragen: Brauchen die holzzerstörenden Pilze wirklich viel Luft? Wieviel Sauerstoff muß noch vorhanden sein, um ein Leben zu ermöglichen? Wie verhalten sie sich gegen Kohlensäure? u. dgl. eingehend zu studieren und nach Möglichkeit endgültig zu beantworten. Die exakte Methode der Kultivierung der Pilze in Reinkultur bei den verschiedensten Gasverhältnissen mußte dann erfolgreiche Schlüsse auf das Verhalten der Pilze in den Bäumen gestatten und mich

davor bewahren, aus dem Verhalten der Organismen in den abgeschnittenen Zweigen gewagte Rückschlüsse auf ihren Luftbedarf u. dgl. zu machen. Um aber auch mit einiger Sicherheit etwas aussagen zu können, mußten die Untersuchungen mit möglichst vielen und verschiedenen Pilzen durchgeführt werden. Ich benutzte daher 32 der wichtigsten holzzerstörenden Pilze, unter denen sich Saprophyten und Parasiten, Splint- und Kernholzspezialisten, Korrosions- und Destruktionspilze usw. befanden. 20 von ihnen, die in zwei Serien, in schnell- und langsamwüchsige, eingeteilt waren, sowie außerdem der Hausschwamm wurden genauer untersucht. Die Hauptergebnisse meiner zahlreichen Versuche, die in der an anderer Stelle erscheinenden Hauptarbeit durch tausende von Messungen, durch Kurven und Photographien belegt werden sollen, sind ungefähr folgende:

Bei den zuerst angestellten Untersuchungen mit vermindertem Sauerstoffdruck stellte es sich heraus, daß alle untersuchten Holzzerstörer, wie man das auch nach den im Baum herrschenden negativen Spannungen erwarten konnte, eine große Latitüde in Bezug auf ihr Sauerstoffbedürfnis haben. Bis etwa 100 mm Quecksilberdruck ist das Wachstum durchweg genau so gut wie ohne Unterdruck. Es war ferner deutlich zu bemerken, daß die Saprophyten viel empfindlicher sind als die Parasiten, insbesondere die Kernholzspezialisten. Während der Hausschwamm bei 100 mm sein Wachstum einstellt, kann z. B. *Stereum frustulosum*, der typische Eichenkernholzpilz, noch bei 30 mm gedeihen. Es lassen sich alle Pilze in einer Reihe anordnen, die mit dem Hausschwamm und mit *Coniophora* beginnt und mit den Kernholzpilzen endet.

Diese Untersuchungen bestätigen also die Angaben FALCKs, daß der Hausschwamm noch bei einem Unterdruck von 200—300 mm gut gedeiht. ILKEWITSCHs Einwand, daß das nicht der Fall sei, ist damit hinfällig geworden. In der Natur dürften die Saprophyten wohl nur selten solchen Verhältnissen ausgesetzt sein.

Wenn wir dagegen die Parasiten betrachten, so zeigt sich, daß ihre Myzelien nicht, wie MÜNCH voraussetzt, als sehr sauerstoffbedürftig bezeichnet werden können. Ob im lebenden Baum der Sauerstoffgehalt überhaupt soweit sinken kann, daß er für das Pilzwachstum nicht mehr ausreicht, ist noch zu untersuchen.

Eine noch erstaunlichere Empfindlichkeit der Saprophyten und Zähigkeit der Parasiten zeigte sich bei den weiteren Untersuchungen mit vollständigem Sauerstoffentzug. Es können hier nur zwei Beispiele angeführt werden. Während der Haus-

schwamm nach $3\frac{1}{4}$ Tagen unbedingt abgestorben ist, wächst *Stereum frustulosum*, nachdem er 10 Wochen — ein längerer Zeitraum ist noch nicht untersucht — ohne Sauerstoff gehalten wurde, einen Tag nach dem Herausstellen an die Luft genau so weiter als wenn nichts gewesen wäre. Ähnlich verhält sich auch *Trametes radiciperda*, während sich *Coniophora* mehr dem Hausschwamm nähert.

Damit sind die Angaben Hoffmanns bestätigt, wobei bemerkenswert ist, daß hinsichtlich des Hausschwamms eine völlige Übereinstimmung der Tötungszeit besteht, obwohl wir zwei verschiedene Stämme, zwei verschiedene Nährböden u. dgl. gehabt haben. Von der von Falck angegebenen anaëroben Natur des Haus- und Kellerschwammes kann demnach keine Rede sein.

Daß die Parasiten so lange ohne Sauerstoff aushalten können, erklärt sich aus der von Münch und Hoffmann angegebenen Tatsache, daß ihnen eine intramolekulare Atmung zukommt. Diese Fähigkeit ist für die Parasiten natürlich äußerst wichtig, da ihr Wachstum im Baum sicher manchmal auf längere Zeit ganz zum Stillstand kommt.

In den beiden bis jetzt genannten Fällen steht also jedenfalls das Verhalten der Pilze völlig in Einklang mit ihrer natürlichen Lebensweise, denn der Hausschwamm z. B. dringt ins Innere der Bäume nicht ein, während *Stereum frustulosum* auf weite Strecken den Kern der Eiche durchwächst.

Sehr zu beachtende Tatsachen ergaben schließlich die Kohlensäureversuche. Es konnte festgestellt werden, daß schon ein geringer Überschuß von Kohlensäure sofort eine starke Hemmung, eine absolute Wachstumsverhinderung bewirkt, was übrigens auch schon für andere Pilze (Schimmelpilze) und Bakterien gefunden worden ist.

Falcks Beobachtung ist demnach richtig, daß Kohlensäure den Hausschwamm hemmt; aber eine Tötung, von der er berichtet, findet nicht statt. Wenn wir allerdings die Kohlensäure so lange einwirken lassen, daß die Tötungszeit infolge O_2 Mangel überschritten wird, dann werden wir natürlich auch hier ein Absterben bemerken. Eine praktische Bedeutung kommt der Kohlensäure aus den verschiedensten Gründen zweifellos nicht zu.

In der Natur hat auf die Saprophyten selbstverständlich nur die eigene Atmung Einfluß, die ihnen die Holzluft verschlechtern könnte. Sonst haben hier Münchs Versuche ohne jeden Zweifel volle Gültigkeit.

Wie steht es nun aber in diesem Falle mit den Parasiten? Münch nimmt, wie ich ausführte, ein großes Sauerstoffbedürfnis

der Pilze und eine direkte Wirkung des Sauerstoffes auf sie an; der O_2 kann aber eventuell von den konkurrierenden Holzparenchymzellen aufgebraucht oder vermindert werden. Leider wissen wir über die Gasverhältnisse in den Bäumen nur wenig Bescheid, ich neige aber nach dem bisher Gesagten mehr dazu, eine indirekte Wirkung des Sauerstoffes bzw. des Wassergehalts anzunehmen. Meine Untersuchungen sprechen dafür, daß im Baum nicht nur der Sauerstoffverbrauch, sondern u. a. auch die Ausscheidung von CO_2 durch die lebenden Zellen eine große Bedeutung bei der Abwehr der Pilze hat, und daß das Aufhören oder die Verminderung dieser Kohlensäureausscheidung auf den Pilz mehr Einfluß ausübt als die Anreicherung der Gewebe mit Luft. Die gesteigerte Atmung bei Verwundungen verdient wahrscheinlich ganz besondere Beachtung.

Es ist merkwürdig, daß der Sauerstoffverbrauch und die Kohlensäureausscheidung der lebenden Zellen in den abgeschnittenen und etwas abgetrockneten Zweigen, die MÜNCH benutzte, nicht bemerkbar geworden ist. Das läßt sich nur so erklären, daß in den oben und unten offenen Zweigen die Kohlensäure leichter entweichen und rascher durch Sauerstoff ersetzt werden konnte. Oder es müßten so feine Unterschiede vorhanden gewesen sein, daß sie sich der Beobachtung haben entziehen können. Hier sollen später Untersuchungen über die Atmung abgeschnittener Zweige und weitere Vergleiche mit lebenden und toten Holzstücken ausgeführt werden.

Wenn aber die eben genannten beiden Faktoren in den abgeschnittenen Zweigen nicht zur Geltung kamen, so hindert uns nichts mehr daran, auch noch weitere, uns allerdings bis jetzt unbekannte Faktoren anzunehmen, die ein Eindringen der Pilze verhindern könnten. Ja sogar ein aktiver Widerstand der Pflanze, d. h. die Gegenwart von Abwehrstoffen, von eventuellen Antitoxinen oder dgl., wäre keineswegs undenkbar.

Doch es hat natürlich keinen Zweck, sich hier in Theorien zu ergehen; es heißt wiederum, weitere Untersuchungen abzuwarten.

Zusammenfassend läßt sich also sagen, daß hinsichtlich der Parasiten und der Verhältnisse im lebenden Baum noch nicht das letzte Wort gesprochen ist und die Sache vielleicht doch nicht so einfach ist wie es zuerst den Anschein hatte. Das käme ja auch unserem Gefühl entgegen, das sich eigentlich dagegen sträubt, hier nicht wie stets ein kompliziertes Ineinandergreifen mehrerer Faktoren annehmen zu sollen.

Für die Kernholzspezialisten dürften die Verhältnisse klarer sein. Für sie kommt Kohlensäureausscheidung in der Regel nur in sofern in Frage, als sie selbst CO_2 produzieren. Darin verhalten sie sich wie die Saprophyten. Außerdem werden aber die lebenden Zellen in den äußeren Partien des Baumes, mit denen sie nur selten direkt in Berührung kommen, ihnen manchmal den Sauerstoff entziehen, so daß ihr Vordringen zeitweise stark behindert oder ganz eingestellt werden muß.

Über die Schädigung anderer Parasiten durch Kohlensäure ist merkwürdigerweise wenig berichtet worden. Es wird, auch gerade in der anfangs erwähnten Arbeit von Appel, meist nur eine solche Vermutung ausgesprochen. Für gewisse Pilze, also z. B. für Blattspezialisten, kämen allerdings gleiche Verhältnisse auch gar nicht in Frage.

B. Gerbstoffversuche.

Nicht minder interessant als die bisher besprochenen Fragen, warum manche Bäume ein und derselben Art von dem Pilz verschont werden, während er in andere eindringt, ist die Erklärung der Tatsache, daß einige Pilze immer nur im Kern zu finden sind, während andere den Splint bevorzugen u. dgl. In manchen Fällen scheinen nicht die eben geschilderten Faktoren allein maßgebend zu sein, sondern es muß auch die Erlangung der geeignetsten Nahrung für den Pilz beachtet werden. Neben der chemischen Beschaffenheit des Substrates spielt aber selbstverständlich auch die Frage der Konkurrenz mit, was ich wohl nicht weiter auszuführen brauche.

Leider sind wir über das Verhalten der Xylophagen ihrem Substrat gegenüber, also über ernährungsphysiologische Probleme ebenfalls noch nicht genügend unterrichtet. Es sind zwar zahlreiche Holzansteckungsversuche gemacht worden, aber erst mit sehr wenigen Holzzerstörern hat man genaue Untersuchungen über die besten Kohlenstoff-, Stickstoffquellen u. dgl. angestellt. Besonderes Interesse hat stets die schon von Hartig ausgesprochene und von zahlreichen Chemikern und Botanikern wie Wehmer und in neuerer Zeit auch von Falck genauer verfolgte Tatsache erweckt, daß es unter den in Rede stehenden Pilzen Lignin- und Zellulosespezialisten gibt.

Über die Gerbstoffe, die in den verschiedensten Bäumen eine große Rolle spielen und daher für das Verhalten der Pilze im Baum von Bedeutung sein müssen, besteht zwar eine riesige Literatur, aber genauere, zahlenmäßige Untersuchungen sind eigentlich nur von Wehmer angestellt worden. In seiner Arbeit „Über den

wachstumshemmenden Einfluß von Gerbsäuren auf *Merulius lacrymans* in seiner Beziehung zur Resistenz des Eichenholzes gegen Hausschwamm" stellt er u. a. fest, daß dieser Holzzerstörer schon bei Zusatz von 1 % Tannin zum üblichen Nährboden sein Wachstum einstellt.

Später sind auch noch gelegentlich einzelne Holzzerstörer auf ihr Verhalten Tannin gegenüber, besonders auf ihr Vermögen, Tannase abzuscheiden, geprüft worden, jedoch eine größere vergleichende Untersuchung mit den verschiedensten Xylophagen fehlte bis jetzt.

Im Anschluß an die Arbeit WEHMERs habe ich solche Untersuchungen angestellt. Aus meinen Beobachtungen sei nur das herausgegriffen, was allgemeines Interesse beansprucht.

Es wurden zunächst sämtliche 32 Xylophagen auf Agar mit abgestuften Mengen von Tannin gezogen, wobei sich herausstellte, daß nicht nur der Hausschwamm, wie WEHMER ganz richtig beobachtet hat, sondern auch fast alle anderen Pilze durch Tannin in gar nicht großen Mengen gehemmt werden. Bei 2 % war fast stets die Grenze des Wachstums erreicht.

Überraschenderweise lassen also diese Versuche, wenn man die Wachstumsgröße und Energie betrachtet, keine Einteilung unserer Pilze in tannophile und tannophobe zu, wie es WEHMER mit Recht vermutete. Es wurden auch nicht annähernd so starke Konzentrationen ertragen, wie es bei den wirklich tannophilen Schimmelpilzen *Penicillium olivaceum* und *Aspergillus niger* der Fall ist, die noch bei 32—50 % Tannin gut gedeihen. Wenn wir jedoch nur darauf sehen, welche Pilze den Gerbstoff anzugreifen vermögen, läßt sich, wie wir gleich hören werden, doch eine solche Einteilung machen.

Die Tatsache der hemmenden Wirkung des Tannins auf alle untersuchten Pilze bestätigten meine Überlegung, daß Tannin nicht die geeignete Substanz für solche Versuche ist, daß wir vielmehr natürlichere Gerbstoffe, also Holz- und Rindengerbstoffe benutzen müssen. Leider gibt es solche Stoffe, worauf auch schon WEHMER hinweist, nicht im Handel. Und nach den letzten Nachrichten, die ich von den chemischen Spezialisten auf diesem Gebiete erhalten habe, scheint auch wenig Aussicht zu bestehen, von ihnen solche Gerbstoffe in geeigneter Form zu erhalten.

Ich habe mir geholfen, indem ich die in den Gerbereien benutzten Gerbextrakte (Eichen- und Kastanienholz- sowie Eichen- und Fichtenrinden-Extrakt) verwendete. Meine Vermutungen wurden auch zum Teil bestätigt. Der mir zur Verfügung stehende Raum

reicht leider nicht aus, um einzelne Angaben zu machen. Soviel sei aber gesagt, daß einige Pilze deutlich durch die Extrakte gefördert und daß im allgemeinen hier höhere Konzentrationen vertragen werden. Daß diese Konzentrationen ebenfalls gar nicht an die oben für Schimmelpilze genannten Zahlen heranreichen, ist vielleicht ganz verständlich, da in den hier in Frage kommenden Hölzern auch nicht so hohe Prozentzahlen gefunden werden. Inwieweit dabei der geringe Zuckergehalt der Extrakte oder ein Zugegensein von Glukosiden mitwirken, ist noch Gegenstand der Untersuchung. Tannin verhält sich jedenfalls bei Zusatz gleicher Zuckermengen, wie sie in den Extrakten vorkommen, nicht anders als ohne Zucker.

Es zeigte sich übrigens auch, daß die Nadelholzspezialisten zum Teil ebensogut auf Laubholzextrakten gedeihen, wie umgekehrt die Laubholzspezialisten auf Nadelholzextrakten. Eichenholzextrakt wird, abgesehen von typischen Eichenholzpilzen, fast immer nur sehr ungern bewachsen.

Ich möchte meine Ausführungen nicht schließen, ohne noch eine Beobachtung erwähnt zu haben, die mir von Bedeutung zu sein scheint und die zur Klärung der unerwarteten Ergebnisse der Tanninversuche dienen dürfte. Sowohl in den Tannin- als auch in den Holzgerbstoffkulturen konnte ich feststellen, daß viele Pilze einen ± großen, dunklen, tiefschwarzbraunen Hof um ihr Myzel und auch unter ihren Hyphen bilden, was ich als Angriff der Gerbstoffe deuten möchte. Stücke dieser schwarzbraunen Masse lösten sich in verdünntem Ammoniak, womit man im allgemeinen Huminsäure nachzuweisen pflegt. Diese Beobachtung wird interessant, wenn wir hören, daß, von ungeklärten Ausnahmen abgesehen, nur die Ligninspezialisten, die sogenannten Korrosionspilze, diesen Hof zu bilden vermögen, während die Zellulosespezialisten, die Destruktionspilze, den Agar ohne jede Verfärbung bewachsen.

Wie nun insbesondere die neueren chemischen Untersuchungen (z. B. A. CLEVE VON EULER) zeigen, ist das Lignin mit den Gerbstoffen nahe verwandt. Da würde sich also die bemerkenswerte Parallele ergeben, daß die Pilze, die Zellulosespezialisten sind, auch die Gerbstoffe nicht angreifen können, da ihnen in beiden Fällen wahrscheinlich der Benzolkern unüberwindlichen Widerstand entgegensetzt. Die Ligninzehrer dagegen können auch den verwandten Gerbstoff verwerten, indem sie ihm den Zucker entziehen und huminartige Stoffe zurücklassen. Sie wären dadurch die Erzeuger der Rotfäule, während der erste Prozeß eine Art

Weißfäule ergeben würde. Ähnliche Gedanken sind für das Lignin, das sich ebenfalls verfärben kann, auch schon von anderen Autoren ausgesprochen worden.

Wie es scheint, werden wir also auch von dieser Seite aus an die Aufklärung des augenblicklich im Vordergrund des Interesses stehenden Problems der Humusbildung und verwandter Fragen herangehen können. Genauere Untersuchungen, besonders quantitativer Art, behalte ich mir vor.

Vielleicht ergibt diese Verfärbung der Tanninplatten oder wenigstens das Verhalten der Pilze Gerbstoffen gegenüber auch ein nicht so labiles diagnostisches Mittel zur Identifizierung von holzzerstörenden Pilzen.

Zusammenfassend möchte ich zwei Gegenüberstellungen machen, die für sich selber sprechen sollen. Auf der einen Seite haben wir nach allem, was gesagt wurde, Zellulosezersetzer, die Gerbstoffe nicht ausnützen können und in typischen Fällen eine Art Weißfäule erzeugen. Handelt es sich um Saprophyten, so haben sie gewöhnlich ein Flächenmyzel und sind sehr empfindlich gegen Sauerstoffentzug. Auf der anderen Seite stehen die Ligninzersetzer, insbesondere die kubisch wachsenden Kernholzspezialisten, die Gerbstoffe verbrauchen können und eine Rotfäule bewirken; sie sind äußerst zäh und gegen Sauerstoffentzug verhältnismäßig unempfindlich, um nur die wichtigsten Punkte herauszugreifen.

Daneben gibt es natürlich Übergänge, und es treten Komplikationen auf durch solche Pilze, die sowohl Lignin als auch Zellulose angreifen können. Wenn es hier also auch noch vieler eingehender Arbeiten bedarf, um diese Dinge völlig zu erforschen und bis in alle Einzelheiten zu erklären, so scheint sich doch der Blick zu klären und die Sache allmählich Gestalt anzunehmen.

---

40. Franz Peterschilka: Pollenanalytische Untersuchungen der „Borysümpfe" in Polen.

(Vorläufige Mitteilung.)

(Mit 1 Abbildung im Text.)

(Eingegangen am 14. Juni 1927. Vorgetragen in der Junisitzung.)

30 km nördlich des Tátra-Krivanstockes und 65 km südlich von Krakau breitet sich um Neumarkt (Nowy targ) in einer Höhe von 650 m ein flaches Talbecken aus, das im Norden von den Beskiden, im Süden von den Ausläufern der Zentralkarpathen begrenzt wird. Im Westen bricht es sich an der plateauartigen Arva-Dunajecer Wasserscheide und wird im Osten bei Maniowy von einer Bodenwelle abgeriegelt. Geologisch gehört das Becken mit den Beskiden der die Zentralkarpathen begleitenden eocänen Sandsteinzone an, wenn es auch stellenweise alluviale Aufschwemmungen aus dem südlichen Ur- und Kalkgebiete trägt. Wie ein riesiger Bogen umspannt es den Zentralstock der Karpathen und nimmt deren radial ausstrahlende Täler mit ihren Wassermassen in sich auf, zu denen sich noch die zahlreichen Wasseradern der Beskiden gesellen. Diese günstigen oro-hydrographischen Verhältnisse führten zu einer ausgedehnten Moorbildung, wie sie im östlichen Europa nur mehr bei Poiena Stampi-Dorna Candreni in den Bukowinaer Karpathen wiederkehrt. Die klimatischen Faktoren der Gegenwart sind trotz der kontinentalen Lage des Gebietes einer andauernden Regeneration der Hochmoore förderlich; Zakopane (833 m), der bereits etwas abgelegene Tátrakurort, wies im Jahre 1924 an Niederschlägen 1083,1 mm auf, der nässeste Monat Juli war zugleich der wärmste (Mittel 13,7). Die mittlere Jahrestemperatur betrug 4°.

Großen, aufgesetzten Schwämmen gleich, liegen zu beiden Seiten der Wasserscheide stark gewölbte Hochmoore, umschlossen von nassen Wiesen, Hutweiden und Getreidefeldern. Von ihnen wurden neun mit 14 Profilen untersucht und grobe Linientaxierungen durchgeführt. Bei der Laboratoriumsarbeit unterstützten mich in dankenswerter Weise Prof. RUDOLPH und Dr. FIRBAS.

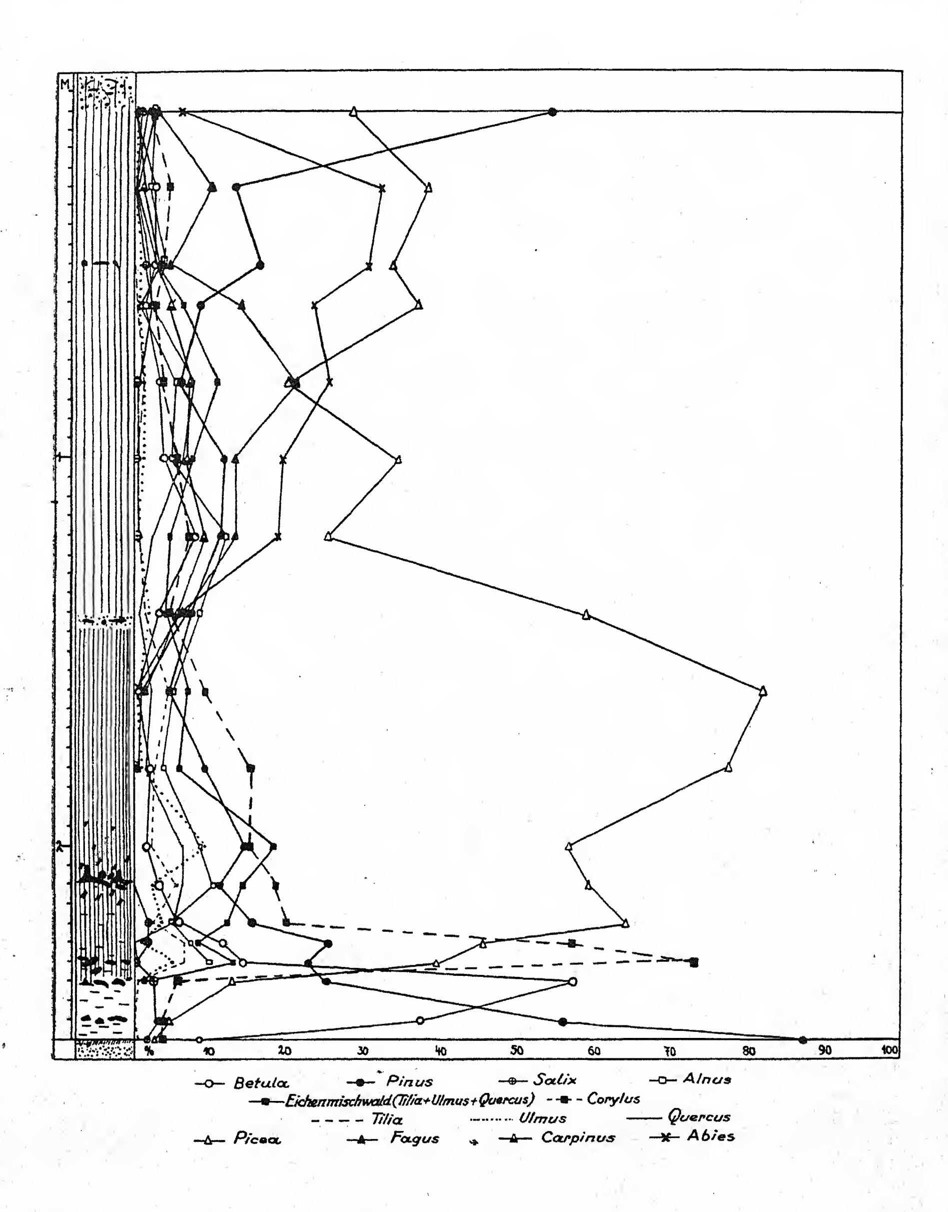
Entstehung: Fast alle sind in versumpfenden Mulden entstanden (konzentrische Senkung des Untergrundes, erste Ablagerung ist Flachmoortorf).

Stratigraphie: Zu unterst liegt kalkfreier Mergel auf Sand oder Geröll, darüber eine meist dünne Schicht von Flachmoortorf mit *Equiseteto-Caricetum*, durchsetzt mit Resten von *Pinus* und *Betula*, darauf älterer Moostorf (in diesem oft große *Picea*-stämme) mit *Eriophorum* und *Scheuchzeria*. Der Grenzhorizont ist oft undeutlich ausgeprägt. Als solcher wird die stark humifizierte Grenzschicht zwischen jüngerem und älterem Moostorf bezeichnet, die pollenanalytisch in den Tannenanstieg fällt und im Gelände stellenweise durch Holzreste von *Picea*, *Betula* und *Pinus* angedeutet ist. Über ihm lagert jüngerer Moostorf, rezente Wurzelschichte und Oberfläche schließen ab — also dieselben Verhältnisse, wie sie bereits LÁSZLÓ in einem schönen Bilde festhielt.

Oberfläche: Die meisten Moore sind vom Rande her im Zustande der Verheidung und zeigen hier Heidekomplexe, nur die hochgewölbte Mitte wird von Regenerationskomplexen mit Bulten und flachen Schlenken bedeckt. Hochwald fehlt meist selbst dem Randgehänge, dieses nimmt eine Gesellschaft von *Pinus montana* Mill. (*pseudopumilo*), *Ledum*, *Vaccinium uliginosum*, *Calluna*, *Hypnum Schreberi*, *Sphagnum* usw. ein, mancherorts unterbrochen von kleineren Erosionskomplexen und größeren Vernässungsflecken. Im Übergangsgürtel dominieren *Eriophorum vaginatum*, *Carex pauciflora*, *Rhynchospora alba* und stellenweise Reiser. Den Regenerationskomplex bildet eine geschlossene Sphagnumdecke mit *Eriophorum*-Gehälm und spärlichen Reisern (*Empetrum*, *Vaccinium Oxycoccus*, *Andromeda*). Manche Moore zeigen Wiedervernässung (in den Bulten Reste von *Pinus* und *Ledum*), andere wieder gänzliche Vertrocknung. Erwähnt sei noch, daß auch Flachmoore vorkommen, in deren Torfstichen als Neuansiedler *Phragmites communis* und *Typha latifolia* spärlich erscheinen; die Diagramme dieser Moore wichen wegen schlechter Erhaltung des Pollens von den anderen bedeutend ab. Ueber das strittige Vorkommen einiger Arten sei noch gesagt, daß sowohl *Betula nana* als auch *humilis* fehlen, dagegen wurde *Drosera longifolia* am Ostrande des Bory von Podczerwone bei dem Ziegelofen festgestellt. *Scheuchzeria* ist fossil stellenweise stark vertreten, rezent aber nur mehr in einigen Exemplaren — vergesellschaftet mit der ebenso seltenen *Carex limosa* — am Westhange des Moores südlich Neumarkt gefunden worden. *Trientalis europaea*, die angebliche Charakterpflanze dieser Moore, fehlt dem eigentlichen Moorboden.

Gegenwärtige Waldverhältnisse der Umgebung. Vorherrschend ist Fichtenwald, in diesen eingestreut Tanne, Lärche und Buche. In tieferen Lagen aufgeforstete Kiefernparzellen. Die

Buche, die hier dem Kalkboden folgt, hat besonders stark unter der Rodung gelitten, bildet aber im Arvagebiet, am Krivan und gegen die Zentralkarpathen noch natürliche Bestände. Mischwälder



sind häufiger in den Beskiden; ihre Komponenten sind die seltenen *Quercus robur*, *Ulmus scabra*, *Acer pseudoplatanus*, *Carpinus betulus*, *Tilia platyphyllos*, *Fraxinus excelsior* u. a. Erlenbrüche sind wie in

der Vergangenheit selten, ebenso *Betula*bestände. *Corylus avellana* ist in unmittelbarer Nähe der Moore nicht zu finden, nur auf den von Buchen gerodeten warmen Berghängen des oberen Arvatales gedeiht sie um *Trsztena* (607 m) üppig.

Pollenanalyse. Als Beispiel diene Profil b vom Südrande des „Rudné", eines Hochmoores zu beiden Seiten der Staatsgrenze bei Sucha Hora. Höhe 768 m, Mächtigkeit (an der Stichwand) 250 cm. Die Liegendschicht, gebildet von Mergel, darin Reste von *Equisetum limosum*, enthält fast nur Pollen von *Pinus* (*silvestris?*) neben *Betula* (*pubescens?*), *Salix*, *Picea*, *Tilia* und *Corylus*, also dominierte zur Zeit der Moorbildung Kiefernwald mit Birke, während Fichte, Linde und Hasel spärlich vertreten oder weit entfernt waren. In den Flachmooren wuchsen zerstreut *Pinus* und *Betula*, wie die verkohlten Holzreste der beiden in drei Mooren zeigen. Die Kiefernkurve sinkt rasch, *Betula* wird für kurze Zeit dominant; auch sie wird wie *Pinus* von der Hasel verdrängt, die an Stelle der Kiefernwälder die umliegenden Hügel und Ebenen besiedelt. In dieser Zeit vertrocknete das Moor, und *Betula* ergriff reicheren Besitz; es bildete sich stellenweise eine weiße Rindenschicht zwischen schwarzem, hyphenreichen Torf von H 9/10. Trotz dieser lokalen Birkenbesiedelung sinkt die Birkenkurve doch auf ihre Anfangswerte zurück, ein Beweis, daß der Baum bereits aus der weiteren Umgebung verdrängt war. Die hohen Prozentzahlen der spitzkeiligen *Corylus*kurve entsprechen mehr denen des Erzgebirges als denen des Riesengebirgs-Kammes, wohl ein Ausdruck der ähnlichen Höhenlage. Für die damalige dichte Verbreitung der Hasel findet sich gegenwärtig im Gebiet der Karpathen keine Parallele, ihr derzeitiger Anteil an der Bodendecke ist kaum erwähnenswert. Berücksichtigen wir noch die Pollenüberproduktion der Kiefer, so erscheint es wahrscheinlich, daß *Pinus* damals schon minimal vertreten war und bereits von dem anrückenden Eichenmischwalde und dem sich rasch ausbreitenden Fichtenwalde verdrängt wurde. Schon zu Beginn der *Corylus*zeit wanderte der E. M.W. (Eichen-Misch-Wald) mit *Tilia* und *Ulmus* ein, ihnen folgte *Quercus*. *Ulmus* übernimmt die Charakteristik der E. M. W.-Kurve und bildet in weiter auseinandergezogenen Profilen das erste Maximum mit *Tilia*, das zweite mit *Quercus*, welch letzteres sogar die *Pinus*kurve übergipfelt. Der E. M. W. hatte damals wohl eine größere Ausbreitung, als sie heute Buche und Tannen besitzen. Im weiteren Verlaufe schwankt diese Kurve um einen Mittelwert und sinkt kurz nach Ausbreitung der Buche und Tanne auf ein Minimum herab. An sie lehnt sich in den meisten Profilen die

*Corylus*kurve (wie in Böhmen) an, und auch *Alnus* zeigt in der ersten Zeit seiner Ausbreitung Parallelen mit dem E. M. W. (wie im Riesengebirge), später aber behauptet sie sich etwas selbständiger, vielleicht, weil sie in der damaligen Sumpflandschaft geschützter war. Die Erle tritt zur Zeit der Birkendominanz auf und erreicht mit dem E. M. W. ihr Maximum. Ein kurzes *Salix*maximum konnte nur im westlichen Neumarkter-Moor zur gleichen Zeit gefunden werden, sonst spielt *Salix* keine Rolle.

Die Fichte kommt sporadisch schon in den untersten Proben vor, ihre Kurve steigt bereits in der *Corylus*zeit steil an. Das frühzeitige Auftreten und die rasche Ausbreitung der Fichte ist im Verhältnis zur Lage des *Corylus*maximums charakteristisch für die Karpathenmoore. Während ihrer stärksten Dominanz erreichen Buche, Tanne und *Carpinus* mit nur geringen Zeitdifferenzen das Gebiet. Zuerst erscheint schrittweise die Buche mit zögerndem Anstiege und nähert sich damit mehr den Einwanderungsverhältnissen des Riesen- als des Erzgebirges. In allen Fällen verdrängt sie nach dem Grenzhorizonte den E. M. W., ihre Kurve übergipfelt auch manchmal stärker als in Rudné die ausklingende Fichtenkurve, bleibt aber meist unter ihr und sinkt schließlich unter der Oberfläche wieder auf niedrige Werte (entsprechend ihren gegenwärtigen eingeengten Siedlungen) herab. Die Tanne tritt zu Beginn des letzten Drittels der Moorentwicklung immer deutlich später als die Buche mit charakteristischem steilen Anstiege der Kurve (wie in Böhmen) auf, erreicht ebenso wie die Buche hohe Werte, höhere sogar als diese. Im Gegensatz zu ihrem Verhalten im Erzgebirge hält sich die Tanne etwa auf der Höhe der Fichte und fällt zum Schluß rasch ab. In keinem Moore ist ihr Pollen (und ebenso der der Buche) relativ so reich vertreten wie im Erzgebirge, bedingt wohl durch die lokale Dominanz der Fichte. *Carpinus* erscheint im Diagramm stets nach der Buche, aber wechselnd kurz vor oder nach der Tanne. Ihre Kurve lehnt sich mehr an die der Buche an und erreicht höhere Werte als in Böhmen. Schließlich beherrschen *Pinus* und *Picea* lokal die Pollenflora.

In großen Zügen erfolgte also die postglaziale Waldentwicklung in den nördlichen Zentralkarpathen wie in der montanen Stufe der böhmischen Randgebirge. Die Unterschiede zwischen den Baumfolgen sind im Anfang schärfer herausgearbeitet, das *Corylus*maximum ist stets aus der *Pinus*kurve herausgerückt und liegt schon im Bereich des Fichtenanstieges, ähnlich wie in den Ostalpen. *Betula* tritt stärker hervor, *Ulmus* ist in der älteren Zeit des E. M. W. der herrschende Baum. Die Ausbreitung der Fichte

erfolgte früher als in Böhmen und Vorarlberg, ein weiterer Beweis ihrer Ost-Westeinwanderung. Die Buche breitet sich anscheinend langsamer aus als in den böhmischen Randgebieten und erreicht etwas vor der Hainbuche und Tanne das Gebiet. Ein glaziales Refugium dieser letzten drei Waldbäume im Alföld Ungarns oder der niederen Tátra anzunehmen, ist nach diesen Ergebnissen vorzugsweise wohl wegen der großen Einwanderungsdifferenz gegenüber dem Eichenmischwalde nicht mehr möglich.

Die Waldentwicklung im Gebiet der nördlichen Zentralkarpathen würde also im Zusammenhang mit den postglazialen Klimaschwankungen folgendes Schema geben:

1. Kiefernzeit mit Birke und ganz spärlich Weide, Hasel, Fichte — praeboreal.
2. Haselzeit mit Eichenmischwald und Fichte — boreal.
3. Eichenmischwald — Fichtenzeit — boreal-atlantisch.
4. Fichtenzeit mit Eichenmischwald und Buche — atlantisch.
5. Fichten-, Tannen-, Buchenzeit — subboreal-subatlantisch.
6. Rezente Fichtenzeit.

Botanisches Institut der deutschen Universität in Prag II, Viničná 3a.

---

41. K. V. Ossian Dahlgren: Über das Vorkommen von Stärke in den Embryosäcken der Angiospermen.

(Eingegangen am 20. Juni 1927. Vorgetragen in der Junisitzung.)

Ein Vorhandensein von Stärke in einem Embryosack ist manchmal als etwas recht bemerkenswertes angesehen worden. In der Tat sind ja auch die in der Literatur vorliegenden, weit zerstreuten Angaben hierüber verhältnismäßig spärlich. Wie im folgenden dargetan werden soll, sind sie aber keineswegs so selten, wie sich die meisten a priori vorstellen dürften. Besonders innerhalb gewisser Familien und Pflanzengruppen dürfte Stärke eine recht gewöhnliche und oft normale Erscheinung sein, wie z. B. bei den Aizoaceae, Portulacaceae, Bruniaceae, Tiliaceae, Cactaceae und Asclepiadaceae. Daß Stärke im Embryosack nicht öfter bemerkt ist, beruht vielleicht auf den Lichtbrechungsverhältnissen im Canadabalsam, wodurch die Stärkekörnchen weniger deutlich hervortreten. Sie können daher leicht übersehen werden, wenn sie nicht in größeren Mengen vorkommen; und weiter ist es ja immer lästig, das Deckglas abzunehmen, den Canadabalsam aufzulösen und evtl. beobachtete Körnchen mikrochemisch zu prüfen.

Die Menge aufgespeicherter Stärke kann bei verschiedenen Pflanzen und bei einer und derselben Art beträchtlich schwanken. Solche Ausdrücke über das Vorkommen von Stärke, wie „meistens reichlich“, „fast immer vorhanden“, „oft vorkommend“, „sehr wechselnde Quantität“ zeigen ja, daß Variationen vorkommen können. Vom Mais berichtet BRINK (1925, S. 361), daß die Stärkemenge von „an abundance of granules“ bis zu gar keiner schwanken kann. Von 62 untersuchten Embryosäcken zeigten sich 12 als stärkefrei. — Die Menge der Stärke hängt gewissermaßen vom Alter des Embryosackes ab. Vergleiche unten!

Zuweilen können die Stärkekörnchen in solchen Mengen auftreten, daß der Embryosack ganz vollgepropft wird, und das Studium seiner Kerne und Zellen kann dadurch sehr erschwert werden. Beispiele einer derartigen Massenanhäufung bieten u. a. *Brunia* sp. (SAXTON 1910), *Arachis hypogea* (REED 1924, S. 298), *Tilia*-Arten (STENAR 1925, S. 67), *Sparmannia africana* (eigene Beobachtung), *Rhododendron* sp. (PELTRISOT 1904, S. 359), *Veronica*-Arten (SCHMID 1906, S. 205; GSCHEIDLE 1924, S. 147), *Penstemon*-Arten (EVANS 1919, S. 433; DAHLGREN 1923, S. 1) und *Coprosma*

Baueri (eigene Beobachtung). Über *Dendrophtora gracile* teilt YORK (1913, S. 104) mit, daß Stärke und andere Nährstoffe in so hohem Grade angereichert werden können, daß „the nuclei of the sac were either degenerating or had entirely disappeared as a result of the abundant storage of food." — Bei einigen Arten gibt es verhältnismäßig wenig Stärke im Embryosack, wie z. B. bei *Menziesia globularis* (PELTRISOT 1904, S. 365) und *Campanula rotundifolia* (D'HUBERT 1896, S. 115).

Nicht nur in der Embryosackhöhlung selbst — wo die Stärkekörnchen oft um den primären Endospermkern angehäuft sind — sondern auch in den Zellen des Eiapparates und, obwohl seltener, in den Antipoden kann Stärke vorkommen. Einige wenige Beispiele eines solchen Auftretens in Eizellen möchte ich hier nebenbei notieren: *Santalum album* (STRASBURGER 1885, S. 108), *Thesium divaricatum* (GUIGNARD 1885, S. 187), Cactaceen, *Crassula sarcolipes*, *Echeveria gibbiflora* (D'HUBERT 1896, S. 73 und 76, 104 und 105), *Euphorbia dulcis* (CARANO 1926, S. 59), *Podophyllum peltatum* (KAROLINA LUBLINERÓWNA 1925), *Daphne Blagayana*, *Torenia asiatica*, *Hyacinthus non-scriptus* (SCHIMPER 1885, S. 7) und *Spathicarpa sagittaefolia* (CAMPBELL 1903, S. 679).

Der Zeitpunkt, wo die Stärke zum erstenmal auftritt, kann wechseln. Zuweilen ist sie schon in der Embryosackmutterzelle, wie bei *Loranthus pentandrus* (TREUB 1883, S. 190, Fig. 2), beobachtet worden. Dann und wann enthält der einkernige Embryosack Stärkekörnchen, wie bei *Castalia* (*Nymphaea*) *odorata* (COOK 1902, S. 212), *Acacia Farnesiana* (GUIGNARD 1881, S. 25), *Sedum*- und *Euphorbia*-Arten (D'HUBERT 1896, S. 102 und 110), um nun ein paar Beispiele zu nennen. Im Zweikernstadium findet sich Stärke bei Cactaceen, *Campanula rotundifolia* (D'HUBERT 1896, S. 69 und 114) und *Hydrostachys imbricatus* (PALM 1915, S. 59) vor, oder im Vierkernstadium bei *Corchorus trilocularis* (STENAR 1925, S. 64) oder erst noch später wie bei *Entelea palmata* (STENAR 1925, S. 64). Bei *Apodanthera undulata* (KIRKWOOD 1905, S. 343 und 387) treten die Stärkekörnchen sogar erst nach der Verschmelzung der Polkerne auf. Über die Stärke bei *Verbena*-Arten schreibt KANDA (1920, S. 63) folgendermaßen: „This is observable not only a little before fertilization, but more especially after fertilization has occured (figs. 43, 44, 46)." Bei *Rhytidophyllum* sp. fand COOK (1907, S. 181) einige Stärkekörnchen bei der ersten Teilung des primären Endospermkerns (ob welche früher beobachtet waren, wird jedoch nicht erwähnt).

Im allgemeinen dürfte der Gehalt an Stärke in Embryosäcken sein Maximum kurz vor der Befruchtung erreichen, um dann mehr oder weniger schnell konsumiert zu werden. Bei *Xyris indica* treten eigentümlicherweise sehr große Stärkemengen auf, wenn freie Endospermkerne die Wände des Embryosackes bekleiden. „Zwischen den Stärkekörnern", schreibt WEINZIEHER (1914, S. 422), „ist das Zytoplasma in Form intensiv gefärbter, schmaler Streifen sichtbar".

Die Stärke kann im verhältnismäßig frühen Stadium verschwinden. So berichtet COOK (1906, S. 378) über einige Nymphaeaceen, daß die Stärke, welche hier gewöhnlich sehr reichlich vorhanden ist, durch die Zwei- und Vierkernstadien persistiert, bei *Brassenia pupurea* und *Cabomba piauhiensis* meistens auch durch das Achtkernstadium. Bei Cucurbitaceen fand KIRKWOOD (1905, S. 386) nie Stärke nach der ersten Teilung des Eies. Bei *Diodia teres* (LLOYD 1902, S. 54) fehlt Stärke gänzlich in älteren Blüten, tritt aber nach der Befruchtung wieder auf, zuerst in den Antipoden, dann im Endosperm.

Der einzige Forscher, der dem Vorkommen von Stärke in Embryosäcken eine größere Aufmerksamkeit gewidmet hat, ist D'HUBERT (1896). Er resumiert die Ergebnisse seiner Studien folgendermaßen (l. c. S. 118): Alle untersuchten succulenten Pflanzen haben Stärke in ihren Embryosäcken, während andere Pflanzen im allgemeinen hier ganz stärkefrei sind. Ohne Zweifel ist die letzte Behauptung ziemlich übertrieben. Viele Pflanzen, welche keineswegs als „plantes grasses" rubriziert werden können, haben ihre Embryosäcke ganz vollgepropft mit Stärke. Ein Verzeichnis der stärkeführenden Pflanzen ist am Ende dieser Abhandlung zu finden.

Eine Ursache des Stärkevorkommens sieht D'HUBERT (l. c. S. 119) in „la lenteur des phénomènes précédant la fécondation, due soit à la difficulté de la pollinisation, soit à la grande dimension du style que le tube pollinique doit parcourir". Während dessen, meint er, kann sich der Embryosack an den aufgespeicherten Stärkevorräten ernähren. Zu dieser Auffassung kam D'HUBERT wahrscheinlich durch sein Studium der Cacteen — welche der Gegenstand seiner besonderen Untersuchungen gewesen sind —, bei denen die Zeit zwischen Bestäubung und Befruchtung oft auffallend lang ist. — In alten unbefruchteten Embryosäcken verschwindet die Stärke mehr und mehr, was D'HUBERT (l. c. S. 78, 98 u. 110) bei *Phyllocactus*, *Mesembryanthemum* und *Euphorbia glomerata* konstatiert hat.

Die oft beträchtliche Stärkeanhäufung in befruchtungsreifen Embryosäcken dürfte wohl auf eine relative Inaktivität derselben deuten. Die zuströmenden Zuckerlösungen werden in Form von Stärke aufgespeichert. So schreibt JUEL (1911, S. 9): „Ich möchte annehmen, daß die Stärkebildung bei *Hippuris* eine Folge der bei dieser Pflanze etwas verzögerten Befruchtung ist. Die gelösten Kohlehydrate, die dem schon fertiggebildeten Embryosack während seines noch stattfindenden Zuwachses zugeführt werden, finden vorläufig keine Verwendung und werden deshalb transitorisch als Stärke aufgespeichert". Ähnliche Gedanken hat auch EVANS (1919, S. 434) laut werden lassen. Interessant ist in diesem Zusammenhang SCHÜRHOFFs (1924, S. 714) Beobachtung, daß bei *Pelargonium zonale*, *Geranium Robertianum* und *Geranium pyrenaicum* reichliche Stärkemengen in alten unbefruchteten Embryosäcken vorhanden sind. Bei *Euphorbia dulcis*, wo sich nach CARANO (1926) nur Nuzellusembryonen entwickeln, treten beträchtliche Mengen von Stärke in der Eizelle auf. Bei der Mistel fand JOST (1888, S. 361) Stärke in denjenigen Dyadenzellen vor, welche sich nicht weiter entwickeln.

Nach Selbstbefruchtung von *Iris pseudacorus* fand Miß SAWYER (1925, S. 66) „metaplasmic bodies, probably starch" in der Eizelle und dem übrigen Embryosack. Nach Pollination mit *Iris versicolor* dagegen treten keine solchen Körper auf, was das erste Zeichen einer Verschiedenheit in der Entwicklung selbst- und bastardbefruchteter Embryosäcke ist. (Bastardembryonen sterben in einem frühen Stadium ab).

Natürlich darf man auch im Embryosack andere stärkeartigen Substanzen als nur typisches Amylum erwarten. Miß SAWYER (l. c.) ist also nicht ganz davon überzeugt, daß bei *Iris* echte Stärke vorhanden sei. CHEESMAN (1927, S. 108) fand, daß sich die Granula im Embryosack von *Theobroma cacao* bei Jodbehandlung „reddish purple" färbten und KAROLINA LUBLINERÓWNA (1925) sah, daß die Stärkekörner im Ei von *Podophyllum peltatum* eine weinrötliche Farbe annahmen. KUWADA (1910, S. 275) ist der Ansicht, daß die Körnchen im Embryosack von Reis wahrscheinlich aus einer Mischung von Amylodextrin und Stärke bestehen. Embryosäcke beim Mais vom Wachstypus enthalten eine Modifikation der gewöhnlichen Stärkeart (BRINK und ABEGG, 1926). Bei *Tricyrtis hirta* und *Bomarea Caldasii* zeigten die Granula des Embryosackes bei Jodbehandlung eine rote bzw. rotviolette Färbung (IKEDA 1902, S. 58; STENAR 1925, S. 133).

BRINK (1925, S. 361) hat nachgewiesen, daß bei *Zea mays* der Bastard zwischen der ebenerwähnten Wachssippe und einer gewöhnlichen Stärkesippe ungefähr gleichviele Embryosäcke mit Normalstärke besitzt, wie solche mit Stärke vom Wachstypus. Die zwei Sorten weibliche Gamophyten, welche der Bastard bildet, können also chemisch identifiziert werden, in derselben Weise wie es schon vorher gelungen ist, die zwei Sorten Pollenkörner bei einigen Bastarden zu unterscheiden. (Lit. bei KIESSELBACH und PETERSEN 1926, S. 411). Natürlich zeigt der verschiedene Inhalt der Embryosäcke, daß sich diese nicht nach dem sogenannten *Lilium*-Typus haben entwickeln können, wie man früher vermutet hat.

Die Pollenkörner sind oft so vollgepropft mit Stärke, daß diese während des Vordringens des Pollenschlauches manchmal nicht vollständig aufgelöst und konsumiert wird. Aus aufgenommenem Zucker kann auch Stärke in den Schläuchen gebildet werden (siehe TISCHLER 1917, S. 453 u. folg.). Bei der Befruchtung kann es daher zuweilen passieren, daß Stärkekörner durch den Schlauch in den Embryosack eingeführt werden. ISHIKAWA (1918, S. 290) hat das sehr schön bei *Oenothera* nachgewiesen. Bei *Quercus velutina* glaubt CONRAD (1900, S. 415), daß die oft im mikropylaren Ende des Embryosackes angehäuften Stärkekörnchen durch den Pollenschlauch mit eingeschleppt sind. Nach den Untersuchungen D'HUBERTs (1896, S. 87) dürfte die Behauptung GUIGNARDs (1886, S. 280), daß Stärke bei der Befruchtung bei *Cereus* eingeführt wird, etwas verdächtig sein. — Schon STRASBURGER (1878, S. 55) hat auch, scheint es, ein Übertreten von Stärke in die Synergiden von *Gymnadenia conopsea* beobachtet (obgleich er damals noch glaubte, daß die Embryosackwand bei Befruchtung nicht berste). Siehe auch die Mitteilung und Abbildung HOFMEISTERs (1858, S. 146) von *Najas major!* Auch andere Beispiele dürften noch angeführt werden können.

Wir schließen diesen kleinen Aufsatz mit einem Verzeichnis derjenigen angiospermen Pflanzen ab, bei denen Stärke im Embryosack nachgewiesen worden ist. Einige von mir zufällig gemachte und bisher nicht publizierte Beobachtungen sind auch mitgenommen worden.

Verzeichnis von Pflanzen, welche Stärke oder stärkeartige Stoffe im Embryosack führen.

Gramineae: *Oryza sativa* (KUWADA 1910, S. 275).
Zea mays (BRINK 1925, S. 361).

Araceae: *Aglaonema pictum* (CAMPBELL 1903, S. 677).
Dieffenbachia seguine (CAMPBELL 1900, S. 8).
Spathicarpa sagittaefolia (CAMPBELL 1903, S. 679).
Xyridaceae: *Xyris indica* (WEINZIEHER 1914, S. 425).
Juncaceae: *Juncus* sp. (LAURENT 1904, S. 103).
Liliaceae: *Aloë vulgaris*, *A. pentagona*, *A. umbellata*,
Apicra spiralis,
Gasteria scaberrima,
Haworthia alternata (D'HUBERT 1896, S. 112).
Hyacinthus non-scriptus (SCHIMPER 1885, S. 7).
Tricyrtis hirta (IKEDA 1902, S. 58).
Tritoma uvaria (D'HUBERT 1896, S. 112).
Amaryllidaceae: *Alstroemeria pulchella* (STENAR 1925, S. 133).
Agave sp. (D'HUBERT 1896, S. 112).
Bomarea Caldasii (STENAR 1925, S. 132).
Iridaceae: *Iris pseudacorus* (LOUISE SAWYER 1925 S. 65).
Romulea sp. (FERRARIS 1902, S. 224).
Santalaceae: *Osyris alba* (GUIGNARD 1885, S. 194).
Santalum album (STRASBURGER 1885, S. 108).
Thesium divaricatum (GUIGNARD 1885, S. 187).
Loranthaceae: *Dendrophthora gracile*, *D. opuntioides* (YORK 1913, S. 104).
Aizoaceae: *Aizon canariense*,
Mesembrianthemum-Arten (D'HUBERT 1896, S. 111 u. 97).
M. languiforme (HUBER 1924, S. 17).
Tetragonia expansa (D'HUBERT 1896, S. 111).
Portulacaceae: *Calandrinia caulescens* u. a. (ROCÉN 1927, Fig. 109, S. 60).
C. grandiflora, *C. umbellata*,
Portulaca grandiflora, *P. oleracea*,
Talimum patens (D'HUBERT 1896, S. 111).
Basellaceae: *Basella alba* (DAHLGREN 1916, S. 71).
Ullucus tuberosus (ROCÉN 1927, S. 41).
Caryophyllaceae: *Silene Armeria* u. a. (ROCÉN 1927, S. 89).
Nymphaeaceae: *Brassenia purpurea*.
Cabomba piauhiensis (COOK 1906, S. 378).
Castalia odorata (COOK 1902, S. 212).
Ceratophyllaceae: *Ceratophyllum demersum* (DE KLERCKER 1885, S. 12).
Berberidaceae: *Podophyllum peltatum* (KAROLINA LUBLINERÓWNA 1925a, S. 390, b, S. 1).
Anonaceae: *Anona Cherimolia* (NICOLOSI-RONCATI 1905, S. 13).

Podostemonaceae: *Farmeria metzgerioides* (MAGNUS 1913, S. 309).
Hydrostachyaceae: *Hydrostachys imbricatus* (PALM 1915, S. 59).
Crassulaceae: *Crassula*-Arten,
Echeveria-Arten,
Pachyphyton bracteosum,
Sedum-Arten,
Sempervivum calcareum (D'HUBERT 1896, S. 102—106).
Saxifragaceae: *Astilbe japonica* (= „*Spiraea japonica*", WEBB 1902, S. 459).
Bruniaceae: *Brunia* sp.,
Berzelia sp. (SAXTON 1910).
Rosaceae: *Spiraea Lindleyana* (PÉCHOUTRE 1902, S. 92).
Mimosaceae: *Acacia Farnesiana* (GUIGNARD 1881, S. 25 u. 139).
Papilionaceae: *Arachis hypogea* (GUIGNARD 1881, S. 128; REED 1924, S. 298).
Medicago sativa (MARTIN 1914, S. 160).
Geraniaceae: *Geranium Robertianum*,
Pelargonium zonale (SCHÜRHOFF 1924, S. 714).
Tropaeolaceae: *Tropaeolum majus* (HOFMEISTER 1849, S. 54; SCHACHT 1855, S. 48; D'HUBERT 1896, S. 113).
T. minus (D'HUBERT 1896, S. 114).
Euphorbiaceae: *Euphorbia*-Arten (D'HUBERT 1896, S. 110 u. 111).
E. altissima, *E. helioscopia*, *E. hibernica* (DONATI 1913, S. 396 u. 397).
E. dulcis (CARANO 1926, S. 24 im Sonderabdruck).
Tiliaceae: *Corchorus trilocularis*,
Entelea palmata,
Sparmannia africana,
Tilia platyphyllos u. a. (STENAR 1925, S. 64, 67 u. 69).
Sterculiaceae: *Theobroma cacao* (CHEESMAN 1927, S. 108).
Guttiferae: *Hypericum chinense*, *H. rumelicum* (eigene Beobachtung).
Turneraceae: *Turnera ulmifolia* (eigene Beobachtung).
Cactaceae: *Cereus*-,
Echinopsis-,
Epiphyllum-,
Phyllocactus-,
Rhipsalis-Arten (D'HUBERT 1896, S. 76, 77, 82, usw.).
Geissolomataceae: *Geissoloma marginata* (STEPHENS 1909, S. 346).
Thymelaeaceae: *Daphne Blagayana* (SCHIMPER 1885, S. 6).
Oenotheraceae: *Oenothera nutans*, *O. pycnocarpa* (ISHIKAWA 1918, S. 284).

Hippuridaceae: *Hippuris vulgaris* (JUEL 1911, S. 9).
Pirolaceae: *Pirola*-Arten.
Ericaceae: *Kalmia latifolia* u. a.,
Ledum palustre u. a.,
Menziesia globularis,
Rhododendron sinense u. a. (PELTRISOT 1904, S. 355, 357, 359, 365 u. 387; Fig. 107, 116, 131, 139, 141 u. 153).
Epacridaceae: *Styphelia longifolia* (BROUGH 1924, S. 171).
Symplocaceae: *Symplocus Klotzschii* (CHIRTOIU 1918, S. 45).
Apocynaceae: (VESQUE 1879, S. 365).
Asclepiadaceae: *Asclepias curassavica*,
Ceropegia elegans,
Stapelia Munbyana, *S. planifolia* (D'HUBERT 1896, S. 108 u. 109).
Vincetoxicum nigrum (GUIGNARD 1921, S. 20).
Convolvulaceae: *Convolvulas tricolor* (Eigene Beobachtung).
Hydrophyllaceae: *Nemophila*-Arten,
Phacelia congesta u. a. (SVENSSON 1925, S. 23 u. 34).
Verbenaceae: *Verbena*-Arten (KANDA 1920, S. 63).
Labiatae: *Salvia pratensis* (GUIGNARD 1882, S. 172; SCHNARF 1917, S. 20).
S. splendens (D'HUBERT 1896, S. 117).
Scrophulariaceae: *Pedicularis tuberosa* (SCHMID 1906, S. 249).
Penstemon barbatus (DAHLGREN 1923, S. 1).
P. secundiflorus (Evans 1919, S. 430).
Scrophularia nodosa (SCHMID 1906, S. 198).
Torenia asiatica (SCHIMPER 1885, S. 7; vgl. STRASBURGER 1878, Taf. VIII!).
T. Fournieri (BALICKA-IWANOWSKA 1899, S. 54).
Veronica Andersonii (GSCHEIDLE 1924, S. 147).
V. Buxbaumii (HOFMEISTER 1859).
V. chamaedrys, *V. hederifolia* (SCHMID 1906, S. 200 u. 205).
Gesneriaceae: *Rhytidophyllum* sp. (COOK 1907, S. 181).
Lentibulariaceae: *Byblis gigantea* (LANG 1901, Fig. 74, S. 200).
Plantaginaceae: *Plantago*-Arten (BALICKA-IWANOWSKA 1899, S. 64).
Rubiaceae: *Callipeltis cucullaria* (LLOYD 1902, S. 29).
Coprosma Baueri (Eigene Beobachtung).
Diodia teres,
Galium „tinctorum“ (LLOYD 1902, S. 53 u. 35).

Cucurbitaceae: *Apodanthera undulata*,
Brynopsis laciniosa,
Cucurbita Pepo,
Luffa acutangula,
Trichosanthes Anguina (KIRKWOOD 1905, S. 343, 345, 364, 348 u. 353).

Campanulaceae: *Campanula rotundifolia* (D'HUBERT 1896, S. 115).

Uppsala, Botanisches Laboratorium, Mai 1927.

Zitierte Literatur.

BALICKA-IWANOWSKA, GABRIELLE. 1899. Contribution à l'étude du sac embryonnaire chez certains Gamopetales. Flora, 86.

BRINK, R. A. 1925. Mendelian ratios and the gametophyte generation in Angiosperms. Genetics, 10.

—, —, and ABEGG, F. A. 1926. Dynamics of the waxy gene in maize. I. The carbohydrate reserves in endosperm and pollen. Genetics, 11.

BROUGH, P. 1924. Studies in the Epacridaceae. 1. The life-history of *Styphelia longifolia* (R. Br.). Proc. Linn. Soc. of New South Wales, 49.

CAMPBELL, D. H. 1900. Studies on the Araceae. Annals of Bot., 14.

—, —, 1903. Studies on the Araceae. The embryo-sac and embryo of *Aglaonema* und *Spathicarpa*. Annals of Bot. 17.

CARANO, E. 1926. Ulteriori osservazioni su *Euphorbia dulcis* L., in rapporto col suo comportamento appomittico. Annali di Bot., 17.

CHEESMAN, E. E. 1927. Fertilization and embryogeny in *Theobroma Cacao* L. Annals of Bot., 41.

CONRAD, A. H. 1900. A contribution to the life history of *Quercus*. Bot. Gaz., 29.

COOK, MELVILLE T. 1902. Development of the embryo-sac and embryo of *Castalia odorata* and *Nymphaea advena*. Bull. Torrey. Bot. Club, 29.

—, —, 1906. The embryogeny of some Cuban Nymphaeaceae. Bot. Gaz., 42.

—, —, 1907. The embryology of *Rhytidophyllum*. Bull. Torrey Bot. Club, 34.

CHIRTOIU, MARIE, 1918. Recherches sur les Lacistémacées et les Symplocacées. Thèse No. 610, Genève. (Université de Genève-Institut de Bot. 9me sér., fasc. 11).

DAHLGREN, K. V. O. 1916. Zytologische und embryologische Studien über die Reihen *Primulales* und *Plumbaginales*. K. Svenska Vet.-akad. Handl., 56:4. (Auch Diss. Uppsala).

—, —, 1923. Notes on the ab initio cellular endosperm. Botaniska Notiser 1923.

DONATI, GEMMA. 1913. Ricerche embriologiche sulle „Euphorbiaceae". Annali di Bot., 11.

EVANS, A. T. 1919. Embryo sac and embryo of *Penstemon secundiflorus*. Bot. Gaz., 67.

FERRARIS, T. 1902. Richerche embriologiche sulle Iridaceae. I Embriologia del G. *Romulea* Mazetti. Annuario del R. Inst. Bot. di Pavia, 9.

GSCHEIDLE, A. 1924. Über Haustorienbildung in der Gattung *Veronica* und ihre systematische Wertung. Flora, 117.

GUIGNARD, L. 1881. Sur l'origine du sac embryonnaire et le rôle des antipodes. Bull. soc. bot. France, 28.

—, —, 1881. Recherches d'embryogénie végétale comparée. Ier mémoire: Légumineuses. Ann. sci. nat., Bot., Sér. 6, 12.

—, —, 1882. Recherches sur le sac embryonnaire des phanérogames angiospermes. Ann. sci. nat., Bot., Sér. 6, 13.

—, —, 1885. Observations sur les Santalacées. Ann. sci. nat., Bot., Sér. 7, 2.

—, —, 1886. Observations sur les ovules et la fécondation des cactées. Bull. soc. bot. France, 33.

—, —, 1921. La fécondation et la polyembryonie chez les *Vincetoxicum*. Mém. de l'acad. d. sci., 57.

HOFMEISTER, W. 1849. Die Entstehung des Embryo der Phanerogamen. Leipzig.

—, —, 1858. Neue Beobachtungen über die Embryobildung der Phanerogamen. Jahrb. f. wiss. Bot., 1.

—, —, 1859. Neue Beiträge zur Kenntnis der Embryobildung der Phanerogamen. Abhandl. d. math.-physik. Klasse d. Kgl. Sächs. Ges. d. Wiss., 4.

HUBER, J. A. 1924. Zur Morphologie des *Mesembryanthemum*. Bot. Archiv, 5.

D'HUBERT, E. 1896. Recherches sur le sac embryonnaire des plantes grasses. Ann. sci. nat., Bot., Sér. 8, 2.

ISHIKAWA, M. 1918. Studies on the embryo sac and fertilization in *Oenothera*. Annals of Bot., 32.

IKEDA, T. 1902. Studies on the physiological functions of antipodals and related phenomena of fertilization in Liliaceae. *1. Tricyrtis hirta*. Bull. coll. agricult. Tokyo imp. univ., 5.

JOST, L. 1888. Zur Kenntnis der Blütenentwickelung der Mistel. Bot. Zeit., 46.

JUEL, H. O. 1911. Studien über die Entwicklungsgeschichte von *Hippuris vulgaris*. Nova Acta Soc. Sci. Upsaliensis. Ser. IV, 2.

KANDA, M. 1920. Field and laboratory studies of *Verbena*. Bot. Gaz., 69.

KIESSELBACH, T. A. and PETERSEN, N. F. 1926. The segregation of carbohydrats in crosses between waxy and starchy types of maize. Genetics, 11.

KIRKWOOD, J. E 1905. The comparative embryology of the Cucurbitaceae. Bull. New-York. Bot. Gard., 3.

DE KLERCKER, J. E. F. 1885. Sur l'anatomie et le développement de *Ceratophyllum*. Bihang t. K. Svenska Vet.-akad. Handl., 9 : 10.

KUWADA, Y. 1910. A cytological study of *Oryza sativa* L. Bot. Mag. Tokyo, 24.

LANG, F. X. 1901. Untersuchungen über Morphologie, Anatomie und Samenentwickelung von *Polypompholyx* und *Byblis gigantea*. Flora, 88.

LAURENT, M. 1904. Recherches sur le développement des Joncées. Ann. sci. nat, Bot., Sér. 8, 19.

LLOYD, F. E. 1902. The comparative embryology of the Rubiaceae. Mem. Torrey Bot. Club, 8, Part 2.

LUBLINERÓWNA KAROLINA. 1925. a) Recherches sur le développement de l'ovule et de la graine dans le genre *Podophyllum*. Bull. de l'acad. polon. d. sci. et d. lettres.

—, —, 1925. b) Über die Plastiden in der Eizelle von *Podophyllum peltatum*. Acta soc. bot. Poloniae, 2.

MAGNUS, W. Die atypische Embryonalentwicklung der Podostemaceen Flora, 105.

MARTIN, J. N. 1914. Compartive morphology of some Leguminosae. Bot. Gaz., 58.

NICOLOSI-RONCATI, F. 1905. Sviluppo dell'ovulo e del seme nella „*Anona Cherimolia* Mill.“ Atti Accad. Gioenia Sci. Nat. Catania, 18.

PALM, B. 1915. Studien über Konstruktionstypen und Entwicklungswege des Embryosackes der Angiospermen. Diss. Stockholm.

PÉCHOUTRE, F. 1902. Contributions à l'étude du développement de l'ovule et de la graine des Rosacées. Ann. sci nat., Bot., Sér. 8, 16.

PELTRISOT, C.-N. 1904. Développement et structure de la graine chez les Éricacées. Journ. de bot., 18. (Auch thèse Paris).

REED, E. L. 1914. Anatomy, embryology and ecology of *Arachis hypogea*. Bot. Gaz., 78.

ROCÉN, T. 1927. Zur Embryologie der Centrospermen. Diss. Uppsala, 1927.

SAWYER, M. LOUISE. 1925 Crossing *Iris pseudacorus* und *I. versicolor*. Bot. Gaz., 79.

SAXTON, W. T. 1910. The ovule of the Bruniaceae. Trans. R. Soc. South Afric. Phil. Soc., 2.

SCHACHT, H. 1855. Observations sur le developpement de l'embryon dans le *Tropaeolum majus*. Ann. sci. nat., Bot., Sér. 4, 4.

SCHIMPER, A. F. W. 1885. Untersuchungen über die Chlorophyllkörper und die ihnen homologen Gebilde. Jahrb. f. wiss. Bot., 16.

SCHMID, E. 1906. Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Scrophulariaceae. Beihefte Bot. Centralblatt, 20. (Auch Diss. Zürich.)

SCHNARF, K. 1917. Beiträge zur Kenntnis der Samenentwicklung der Labiaten. Denkschr. d. K. Akad. d. Wiss. in Wien, Math.-Naturwiss. Kl., 94.

SCHÜRHOFF, P. N. 1924. Zytologische Untersuchungen in der Reihe der *Geraniales*. Jahrb. f. wiss. Bot., 63.

SHOEMAKER, D. N. 1902. Notes on the development of *Hamamelis virginiana* L. Johns Hopkins Univ. Circulars, 21.

STENAR, A. H. S: son 1925. Embryologische Studien I und II. I. Zur Embryologie einiger Columniferen. II. Die Embryologie der Amaryllidaceen. Diss. Uppsala.

STEPHENS, E. L. 1909. The embryo-sac and embryo of *Geissolema marginata*. New Phytologist, 8.

STRASBURGER, E. 1878. Über Befruchtung und Zellteilung. Jena.

—, —, 1885. Zu *Santalum* und *Daphne*. Ber. Deutsch. Bot. Ges., 3.

SVENSSON, H. G. 1925. Zur Embryologie der Hydrophyllaceen, Borraginaceen und Heliotropiaceen mit besondererer Rücksicht auf die Endospermbildung. Uppsala Univ. Årsskrift. (Auch Diss. Uppsala).

TISCHLER, G. 1917. Pollenbiologische Studien. Zeitschrift f. Bot., 9.

TREUB, M. 1883. Observations sur les Loranthacées. 4. *Loranthus pentandrus*. Annales jard. bot. Buitenzorg, 3.

VESQUE, J. 1879. Nouvelles recherches sur le développement du sac embryonnaire des phanérogames angiospermes. Ann. sci. nat., Bot., Sér. 6, 8.

WEBB, J. E. 1902. A morphological study of the flower and embryo of *Spiraea*. Bot. Gaz., 33.

WEINZIEHER, S. 1914. Beiträge zur Entwicklungsgeschichte von *Xyris indica* L. Flora, 106.

YORK, H. K. 1913. The origin and development of embryo sac and embryo of *Dendrophthora opuntioides* and *D. gracile*. Bot. Gaz., 56

42. Herbert Beger: Beiträge zur Ökologie und Soziologie der luftlebigen (atmophytischen) Kieselalgen.

(Aus der biologischen Abteilung der Landesanstalt für Wasser-, Boden- und Lufthygiene, Berlin-Dahlem.)

(Eingegangen am 21. Juni 1927. Vorgetragen in der Junisitzung.)

In neuerer Zeit mehren sich die Untersuchungen von Algengruppen, die mehr an das Leben in der Luft als an das im Wasser angepaßt sind und als aerisch, subaerisch, aerophil, aerophytisch oder nach dem neuesten Vorschlag von BRAND (1) als atmophytisch bezeichnet werden. Bei den Kieselalgen ist diese Gruppe im Verhältnis zu der überwiegend großen Zahl von ausgeprägt hydrophytischen Plankton-, Benthos- und Uferformen gering und zudem wenig bekannt. Letzteres erklärt sich wohl zwanglos aus der stillschweigenden Annahme, daß die Diatomeen eng mit dem Leben im Wasser verknüpft sein müßten. Die wichtigsten, im Schrifttum vorliegenden Angaben über die atmophytischen Kieselalgen sind von OLTMANNS (2) zusammengestellt worden. Doch sei nachgetragen, daß als erster EHRENBERG in seiner Microgeologie (1854), sowie in verschiedenen Abhandlungen in der Kgl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin (zwischen 1847 und 1871) über solche Formen berichtet. Unter anderem gibt er von zwei aus Venezuela stammenden epiphytischen Farnen etwa (nach Ausschluß der Synonyme) 13 Arten an, unter denen sich *Melosira Roeseana*, *Pinnularia borealis* und *Hantzschia amphioxys* finden. Ferner stellte er für den Bereich von Berlin die letztgenannten zwei Arten in Moosen, in Staub, auf Pflaumen, die auf den Markt gebracht worden waren usw., fest. Nach DEBY (3) sammelten ARNOTT, JOHNSON und CRESSWELL in England in Baummoosen neben den genannten Arten auch *Achnanthes coarctata* und *Amphora ovalis*. Auch RALFS erwähnt *Melosira Roeseana* aus Moosen. DAVIDSON bemerkt, daß *Pinnularia borealis* in Moosen an der Nordseite von Bäumen (namentlich Ulmen) oft in großer Menge und Reinheit auftritt. Ein anderer Fundort seien die auf Erddächern in Schottland wachsenden Moose. DEBY folgert aus all diesen Angaben, daß „les espèces de diatomées signalées . . et probablement un nombre assez considérable d'autres doivent être considérées comme espèces essentiellement muscicoles, vivant habituellement sur les arbres et en

d'autres lieux exposées aux vicissitudes atmosphériques et surtout hygrométriques". Unter den neueren Veröffentlichungen sind besonders die Arbeiten von PETERSEN (4) und BRISTOL (5) zu nennen, die sich aber vorwiegend bzw. ausschließlich mit Erddiatomeen befassen. PETERSEN hebt allerdings hervor, daß sich diese am häufigsten in solchen Böden finden, die von Conferven oder Moosprotonemen überzogen sind. Über das Vorkommen von atmophytischen Diatomeen in Moosen fehlen z. Zt. noch eingehende Untersuchungen, zumal sich die in den meisten Veröffentlichungen der Diatomeenkunde gebräuchlichen, aber sehr unbestimmt gehaltenen Fundortangaben „zwischen Moosen, zwischen feuchten Moosrasen" usw. in der Regel nicht auf aerisch lebende Moose, sondern auf untergetauchte, ausgesprochene Wasser- oder Sumpf-, bzw. Sphagnummoose beziehen.

Zum nachfolgenden Beitrag standen etwa 130 Moosproben aus Nord- und Mitteldeutschland zur Verfügung, die zum größten Teile frisch untersucht wurden. Einige weitere Proben wurden dem Herbar entnommen. Wie sich im Laufe der Untersuchungen ergab, empfiehlt es sich, Rasenstücke von etwa 20 qcm Oberfläche zu verwenden und darauf zu achten, daß die den unteren Stengelteilen und den Rhizoiden anhaftenden Erd- und Humusteile noch vorhanden sind, da diese der Wohnsitz der Kieselalgen sind. Die Diatomeen bilden also eine Tischgenossenschaft mit den Moosen und verhalten sich zu diesen etwa wie die makroskopisch sichtbare pflanzliche Bodendecke eines Waldes zu den die Oberschicht bildenden Bäumen. Die Moose wurden in mit Wasser gefüllten Schalen mehrmals kräftig ausgedrückt und der in den Schalen zurückbleibende braun bis schwärzlich gefärbte Rückstand zunächst einer Voruntersuchung unterworfen. Im Allgemeinen überwiegen dabei im mikroskopischen Bilde Sandkörnchen, Gesteinssplitter und pflanzlicher Detritus. Die Kieselalgen sind in der Regel nur spärlich eingestreut und finden sich teils lebend, teils als leere Schalen oder als Bruchstücke von solchen. Als weitere häufigere Glieder der Moos-Biocoenosen sind zu nennen verschiedene Protococcaceen (*Chlorella*, *Coccomyxa*, *Cystococcus*, *Chlorococcus*, *Stichococcus*), Ulotrichaceen (*Hormidium*, *Prasiola*), Cyanophyceen (*Gloeocapsa*, *Dactylococcopsis*), von den Desmidiaceen *Mesotaenium*-Arten, sowie als regelmäßig vertretene Tiere, die durch STEINER (6) eine eingehende Darstellung gefunden haben, Difflugien, *Rotifer*-Arten und Nematoden.

Zur Anreicherung der Diatomeen wurde der Rückstand in der üblichen Weise durch Kochen mit Schwefelsäure und Zusatz

von Kaliumnitrat von der organischen Substanz befreit, dann ausgewaschen, der gewonnene Niederschlag durch vorsichtiges Schlämmen von den gröberen Sandkörnern und dem feinen Detritus befreit und zur Untersuchung in das KOLBEsche Piperin-Einbettungsmittel (7) eingeschlossen. Das so erhaltene Präparat bietet u. a. durch seine relative Reinheit einen weit besseren Einblick über die zahlenmäßige Menge der anwesenden Formen als das ungekochte, stark von ungewünschten Bestandteilen belastete Ausgangsmaterial.

Um zu zeigen, in welch erstaunlicher Häufigkeit die Diatomeen die Moospolster besiedeln, wurde eine von einer Eiche bei Potsdam stammende 280 qcm große Moosdecke von *Hypnum cupressiforme* genauer untersucht. Es ergaben sich dabei folgende Werte:

Ausgeschwemmter Rückstand 38 ccm,
Präparatfertig nach dem Kochen und Reinigen 0,08 ccm.

Das gereinigte Material wurde in 9 ccm Wasser aufgeschwemmt und nach weitgehender Durchmischung davon ein Tropfen ($^1/_{20}$ ccm) zur Herstellung eines Präparates verwandt. Darin fanden sich:

Melosira Roeseana	358	Schalen
Navicula mutica	226	„
Pinnularia borealis	62	„
Microneis minutissima	27	„
Hantzschia amphioxys	22	„
Navicula lanceolata	1	Schale
Microneis cincta	1	„
Nitzschia sp.	1	„
Zusammen in $^1/_{20}$ ccm	698	Schalen
in 1 ccm rund	14 000	„
Insgesamt im untersuchten Moos	126 000	„

Eine andere, von einer nordgelegenen feuchtschattigen Felswand in den Teufelsschluchten im Basteigebiete (Elbsandsteingebirge) entnommene 162 qcm große Moosdecke von *Diplophyllum albicans* lieferte folgende Werte:

Ausgeschwemmter Rückstand	27,1 qcm	
Derselbe bei 100° getrocknet	7,8 ccm	1,7382 g
Nach dem Kochen, aber noch nicht gereinigt	1,2 ccm	0,4010 g
Präparatfertig, nach dem Kochen	0,4 ccm	0,1592 g

Ein Tropfen ($^1/_{20}$ ccm) aus dem in 40 ccm Wasser aufgeschwemmten Material ergab:

Eunotia sp.[1]	3 600	Schalen
Fragilaria virescens	620	„
Microneis minutissima	50	„
Navicula contenta	17	„
Melosira Roeseana	16	„
Tryblionella debilis	15	„
Navicula mutica	4	„
Pinnularia borealis	4	„
Hantzschia amphioxys	3	„
Zusammen in $^1/_{20}$ ccm.	4 329	Schalen
in 1 ccm rund	86 000	„
Insgesamt im untersuchten Moose rund	3 500 000	„

So grob diese beiden Stichproben auch sein mögen, so zeigen sie doch durch die Feststellung von rund 126 000 Schalen in dem Potsdamer Baummoos (d. h. ca. 480 Schalen auf 1 qcm Moosfläche) und von rund 3 500 000 Schalen in dem Felsenmoos aus dem Elbsandsteingebirge (d. h. 22 000 Schalen auf 1 qcm Moosfläche), daß die Moose wie gespickt von Kieselalgen sein können. Die zweite der angeführten Proben sei weiter ausgewertet. Da durch das Kochen die Kieselalgen meist in ihre zwei Hälften zerfallen, so ist die Zahl der vorhandenen Diatomeen mit etwa 11 100 anzusetzen, zumal auch der Zerfall der in dem Moose meist zu zweien zusammenhängenden *Melosira Roeseana*-Bänder in Betracht zu ziehen ist. Daß bei der Untersuchung des ungekochten Rückstandes die Diatomeen bei weitem nicht so massenhaft in die Erscheinung treten können, ergibt sich aus folgender Überlegung: Der ungekochte Rückstand beträgt 27,1 ccm, das ungetrocknete Schlußmaterial 0,4 ccm. Beide Materialien verhalten sich also wie 27,1 : 0,4 oder mit anderen Worten: die durch das Kochen erzielte Einengung und gleichzeitige Anreicherung an Diatomeen (der Anreicherungsgrad) steigt um das 67,75 oder rund 68 fache. Umgekehrt sind in einem Präparat ($^1/_{20}$ ccm) des ungekochten Rückstandes nur der 68. Teil der im gekochten Material gefundenen

1) Die Probe enthielt *Eunotia bigibba*, *E. lunaris* und *E. exigua*, die aber, da sie im Präparat vorwiegend auf der Gürtelbandseite liegen, in ihrer spezifischen Zugehörigkeit kaum zu bestimmen sind.

2164 Frusteln (4329 Schalen) zu erwarten, also nur 32 Diatomeen. Daß auch von dieser Zahl bei der Prüfung eines Präparates des ungekochten Materials vielfach nur ein Bruchteil zur Beobachtung gelangt, ergibt sich aus der nicht seltenen Überdeckung der Kieselalgen durch den stets reichlich vorhandenen Detritus und die übrigen Beimischungen.

Diese erstaunlich hohe Anzahl von Kieselalgen in den Moosen in Verbindung mit der ziemlich artenarmen Zusammensetzung (vgl. auch die Tabellen 2 bis 4) weist darauf hin, daß es sich nicht um zufällige Einschleppungen dieser Algen handeln kann, sondern um atmophytische Formen, die, wenn sie einmal zur Ansiedlung gelangt sind, sich in den Moosen auch weiter entwickeln und reichlich vermehren.

In diesem Zusammenhang ist die Lebenszähigkeit besonders beachtenswert, dank der die atmophytischen Arten die Trockenzeit (und mit dieser auch die Spanne, die zwischen der Verschleppung und der Neuansiedlung nötig ist) zu überstehen vermögen. BRISTOL (5) gibt z. B. an, daß er aus einem Boden, den er nach 16 Wochen der Trockenheit im Laboratorium mit Wasser überschichtete, *Navicula Pupula, N. exilissima, N. contenta, Nitzschia obtusa* var. *scapelliformis* und *N. palea* lebend erhielt, ferner aus einem anderen Boden nach 24 Wochen Trockenheit *Pinnularia intermedia, Navicula contenta* und *N. (Diploneis) hyalina* var. *minima* und aus einem dritten nach 26 Wochen Trockenheit *Navicula Pupula, N. contenta* und *Hantzschia amphioxys.*

In einem Moosrasen von *Bryum argenteum*, der 2 Monate lang in einem geheizten Zimmer offen gelegen hatte, konnte ich nach dem Ausdrücken im Wasser *Pinnularia borealis* und *Hantzschia amphioxys* mehrfach lebend beobachten. Überraschend war die weitere Feststellung, daß in einem *Homalia trichomanoides*-Rasen, den ich am 16. 5. 1926 bei Chorin (Mark) sammelte, dann in einer Tüte aufbewahrte und am 6. 5. 1927, also nach fast einjähriger Trockenperiode, untersuchte, noch ziemlich reichlich lebensfähige *Pinnularia borealis-* und *Melosira Roeseana*-Frusteln vorhanden waren. Der Protoplast solcher Formen ist in der Regel leicht geschrumpft und dunkler braungefärbt als im aktiven Lebenszustande, entspricht also den allgemeinen Angaben von SCHROEDER (8). Die abgestorbenen Zellen hingegen zeigen entweder völlig geschrumpfte braune oder auch grünliche Protoplasten oder sind vollkommen leer. Die Wiederherstellung des Turgors in den lebensfähigen Zellen erfolgt so rasch, daß diese nach der kurzen, nur Minuten

umfassenden Zeitspanne, die zum Ausdrücken des Mooses im Wasser und zur Herstellung des Präparates notwendig ist, das Bild völlig normaler Frusteln bieten. Der in Frage stehende Rückstand wurde in Petrischalen auf Agar mit Nährsalzzusatz nach A. MEYER in Kultur genommen. Der Beginn der Vermehrung wurde nicht beobachtet, jedoch hatten verschiedene der ursprünglich einzeln liegenden oder zu zwei vereinigten Frusteln von *Melosira Roeseana* nach 10 Tagen Ketten mit 3 und 4 Frusteln, nach wiederum 6 Tagen solche mit 6 und 7, und nach erneut 6 Tagen solche mit bis 12 Frusteln gebildet. Meist zerfallen die Ketten allerdings vorzeitig, zumal dann, wenn die älteren Zellen absterben. Die Vermehrung der *Pinnularia borealis* wurde vom 20. 5. ab an einer Kolonie von 8 je paarweise nebeneinanderliegenden Zellen verfolgt. Am 21. 5. fanden sich 11 Zellen, am 23. 5. 16, am 24. 5. ebenso viele, aber mehr auseinandergerückt, am 27. 5. 32, am 28. 5. 63 lebende und 1 tote, und am 31. 5. insgesamt 71, von denen 3 abgestorben waren.

Eine ausgeprägt an das Leben in Moosen angepaßte Kieselalge ist *Melosira Dickiei*, deren Fundorte sich in neuerer Zeit immer mehr häufen und die z. Zt. aus Schottland, Irland, Frankreich, Dänemark (PETERSEN), Lettland (MALTA, 9) und Deutschland (Eisenach, Elbsandsteingebirge und Riesengebirge bei Brückenberg, s. später) bekannt ist. Diese auffällige Art zeichnet sich bekanntlich dadurch aus, daß sie neben den dem allgemeinen *Melosira*bau sich anschließenden und normal sich teilenden Frusteln häufig auch eigentümlich gestaltete, zu 3 bis 7 kappenförmig ineinandergeschobene Zellen besitzt. Nach SMITH (10) entstehen die letzteren folgendermaßen: In einer normalen Zelle wächst der Zellleib sehr stark und drängt die beiden Schalen auseinander. Gleichzeitig bildet sich im Inneren der Mutterzelle ein neues Schalenpaar. Dieses wächst heran, bis seine Enden der Innenseite der auseinandergesprengten Mutterschalen eng anliegen. Dann tritt wieder eine Vergrößerung des Cytoplasten ein, die Bildung eines neuen Enkel-Schalenpaares usw., bis etwa 3 bis 7 abgestoßene Kappen jedem Ende der zuletzt gebildeten Zelle aufsitzen. Diese seltsam geformte Kappenfrustel darf wohl als eine Art von Dauerspore gedeutet werden, deren Bildung in engem Zusammenhang mit den Feuchtigkeitsschwankungen, insbesondere mit der periodischen Austrocknung, stehen dürfte. Die bei relativ hohem Feuchtigkeitsgrad vor sich gehenden Teilungen werden mit einsetzender Trockenheit, durch welche mit dem steigenden Wassermangel auch eine allmähliche Zunahme der Konzentration der

gelösten Salze Hand in Hand geht, in immer zunehmendem Maße ungünstig beeinflußt. Während nun infolge der Verschiebung dieser edaphischen Faktoren die meisten der atmophytischen Arten ihr aktives Leben ohne sichtbare Veränderungen einstellen, erwehrt sich, um ein teleologisches Bild zu gebrauchen, der Cytoplast der *Melosira Dickiei*-Frustel zuletzt des immer wachsenden Nährstoffstromes durch rasch aufeinanderfolgende Schalenabsonderung, so daß diese dann der lebenden Frustel kappenartig aufsitzen. In der später folgenden Feuchtigkeitsperiode erfolgen dann wieder Teilungen auf dem allgemein üblichen Wege.

Auf die Anwesenheit der erhöhten Nährsalzmengen ist vielleicht auch das Auftreten der durch den geneigten Verlauf der Spiralbänder ausgezeichneten f. spiralis der *Melosira Roeseana* zurückzuführen, die sich in den Moosen nicht selten neben dem Typus vorfindet. Sie wird z. B. von DEBY als *Orthosira mirabilis* aus drei englischen Moosen angegeben. Ebenso kehrt sie in Gesellschaft von noch anderen abweichenden *Melosira Roeseana*-Formen in dem Diatomeenbesatz der von EHRENBERG untersuchten mittelamerikanischen Farnen wieder. An überrieselten Felsen (SCHORLER 11, HUSTEDT 12), an Höhlenwänden (SCHROEDER, B. 13) und in Wasserläufen scheint nur der Typus anzutreffen zu sein.

Abgesehen von zweifellos spezifischen Eigenheiten beruht die Fähigkeit, Trockenperioden ungeschädigt zu überdauern, höchstwahrscheinlich auf der Kleinheit der meisten atmophytischen Formen, worauf bereits PETERSEN und BRISTOL hinweisen. Um nur zwei Beispiele zu wählen, tritt *Hantzschia amphioxys* meist nur in kleinen, 20 bis 30 μ langen Zwergformen auf. Ausnahmsweise wurden Formen von 100 μ Länge beobachtet. *Pinnularis borealis*, deren Länge zwischen 24,5 (MÜLLER, 14) und 110 μ (HUSTEDT, 15) schwankt und bei den Erdformen nach BRISTOL 40 bis 44 μ beträgt, wurde in den Moosen z. T. in noch geringerer Größe angetroffen, so in einem *Fissidens taxifolius*-Rasen von Hadersleben (Schleswig) mit 22 μ, in einem *Brachythecium velutinum*-Rasen von Potsdam mit 20,8 μ. Im Saftfluß eines *Acer platanoides* zwischen Frohnau und Stolpe (vgl. die folgende Liste, Nr. 2) wurde der tiefste Wert nur mit 18,5 μ festgestellt. Es handelt sich bei diesen kleinen Formen um typische *Pinnularia borealis*, nicht aber um *Pinnularia Balfouriana* oder *P. Brebissonii*, die hinsichtlich der geringen Größe in Frage kommen könnten.

Die umstehende Liste gibt eine Übersicht über die Längenverhältnisse von je 50 Schalen aus 8 *Pinnularia borealis*-Populationen:

μ	1	2	3	4	5	6	7	8
20—20.9	.	.	.	.	.	.	1	.
21—21.9	.	.	.	.	.	.	3	.
22—22.9	.	.	.	1	.	.	3	.
23—23.9	.	.	.	—	.	.	1	.
24—24.9	1	.	1	4	.	.	4	.
25—25.9	1	.	1	8	.	.	5	.
26—26.9	2	5	—	3	.	.	6	.
27—27.9	19	14	1	11	.	.	4	1
28—28.9	6	17	3	7	1	.	5	4
29—29.9	6	4	1	3	—	.	—	—
30—30.9	6	8	2	5	5	.	5	2
31—31 9	5	—	6	1	4	.	4	1
32—32.9	3	2	3	1	1	.	2	2
33—33 9	3	.	17	1	6	.	2	4
34 - 34.9	.	.	5	1	4	.	—	2
35—35.9	.	.	2	.	8	.	4	3
36—36.9	.	.	5	.	5	.	1	1
37—37.9	.	.	3	.	11	.	—	2
38—38.9	.	.	.	.	—	.	1	—
39—39.9	.	.	.	.	3	1	.	5
40—40 9	.	.	.	.	2	3	.	2
41 - 41.9	.	.	.	.	.	3	.	3
42 - 42.9	.	.	.	.	.	8	.	6
43—43.9	.	.	.	.	.	5	.	6
44—44 9	.	.	.	.	.	2	.	—
45—45.9	.	.	.	.	.	9	.	6
46—46.9	.	.	.	.	.	3	.	.
47—47.9	.	.	.	.	.	5	.	.
48—48.9	.	.	.	.	.	6	.	.
49—49.9	.	.	.	.	.	2	.	.
50—50.9	.	.	.	.	.	—	.	.
51—51.9	.	.	.	.	.	3	.	.
Längenschwankung . . .	9	6	14	13	13	13	19	19 μ
Absolutes Maximum . .	33.0	37.3	38.5	34.5	50 8	51.1	38.4	45.5 μ
Absolutes Minimum . .	24.8	18 5	24.8	22.5	28.5	39.0	20.8	27.5
Errechnete Mittelwerte[1])	29.3	28.5	33 8	28.5	32.0	45.0	28.0	37 3 μ

1) Diese Werte wurden auf Grund der nicht abgerundeten Längen berechnet. Gelegentlich bei der Messung festgestellte, auffallend abweichende Maxima und Minima wurden für die Feststellung der Mittelwerte ausgeschlossen, aber in die Zusammenfassung aufgenommen.

Es stammen:

Probe 1 aus einem *Bryum argenteum*-Rasen aus einer Mauerfuge der BRÜHLschen Terrasse in Dresden.

Probe 2 aus einem Saftfluß eines *Acer platanoides* zwischen Frohnau und Stolpe (Mark) (leg. W. KRIEGER).

Probe 3 aus einem *Bryum argenteum-Tortula muralis*-Rasen einer Mauer in Glatz.

Probe 4 aus einem *Brachythecium rutabulum-Hypnum cupressiforme*-Rasen einer Eiche in Potsdam.

Probe 5 aus einem *Pellia*-Besatz dicht über dem Fuß der BRÜHLschen Terrasse in Dresden.

Probe 6 aus einer von Moosprotonemen und Farnprothallien usw. bedeckten, schattig-feuchten Felskluft in den Schwedenlöchern (Elbsandsteingebirge).

Probe 7 aus einem *Hypnum cupressiforme*-Rasen einer Eiche im Park zu Sanssouci (Potsdam).

Probe 8 aus einem auf Kalkplatten der Rüdersdorfer Kalkberge bei Berlin gewachsenen *Thuidium abietinum*-Rasen.

Bemerkenswert ist die große Einheitlichkeit der Populationen 1 und 2, in denen die Längenschwankungen nur 6 und 9 μ betragen. Diese beiden Proben geben, da sie sich als Glieder einer reinen Linie auffassen lassen, auch einen Anhaltspunkt dafür, daß unter günstigen Umständen die Einbringung einer einzigen lebenden Diatomee genügt, um zu einer dauernden Besiedlung eines Moosrasens oder eines anderen zusagenden aerischen Siedlungsplatzes zu führen. Die Art und Weise der Übertragung ist bisher noch unbekannt, wenngleich eine Verschleppung durch den Wind, epizoisch durch Tiere (Vögel, Schnecken, Käfer, Würmer) oder auch durch das an einem Baumstamm oder Felsen herabrieselnde Wasser, namentlich für die gegen Austrocknung widerstandsfähigen atmophytischen Arten, als sicher anzunehmen ist. Auf den Windtransport deutet z. B. das bereits von EHRENBERG mitgeteilte häufige Vorkommen von *Pinnularia borealis* und *Hantzschia amphioxys*, ferner die Angabe von MEISTER (16), daß sich in Gefäßen, die längere Zeit in einem Zimmer stehen, kleine aerophile Nitzschien und Naviculeen ansiedeln. Bei den empfindlicheren hydrophytischen Formen dürfte, namentlich bei der Vertragung über weitere Strecken (durch Vögel und den Wind), eine Einbettung in Schlamm unerläßlich sein.

Auch diese hydrophytischen Arten sind nicht selten in Moosrasen anzutreffen, fallen aber häufig gegenüber den durch ihre

Menge und ihr konstantes Auftreten kenntlichen Moosformen, durch ihre vereinzelte Anwesenheit und ihre sehr wechselnde Artzugehörigkeit auf. In Moosen, die an sehr feuchten Orten oder in der Nähe von Wasseransammlungen gestanden hatten, fanden sich neben atmophytischen Diatomeen wiederholt Schalen oder Schalenbruchstücke von *Stephanodiscus astraea, Melosira granulata, Meridion circulare, Synedra ulna, Navicula cryptocephala, Cymbellen, Surirella ovalis* usw. *Marchantia polymorpha, Ceratodon purpureus* und andere Moose, die an Grabenrändern und in den Fugen von Ufermauern vom Hochwasser bespült werden, wirken in dieser Zeit wie Rechen und speichern nicht selten zahlreiche und bisweilen bemerkenswerte hydrophytische Arten auf. So ergab z. B. ein vom Fuß einer Pappel bei Leuna (unweit Merseburg) an der Saale stammendes Polster von *Tortula muralis* unter anderem *Synedra ulna* var. *danica, S. familiaris, S. Vaucheriae, Amphiprora paludosa, Navicula hungarica, Nitzschia biloba* und *N. apiculata*. Eigenartig mutete die Anwesenheit zahlreicher solcher Formen in verschiedenen von Bäumen, Felsblöcken und Mauern entnommenen Moosen aus dem Park von Sanssouci an, obgleich die Fundstellen nicht in unmittelbarer Nähe des Wassers lagen. Ein *Brachythecium velutinum*-Polster enthielt neben 7 atmophytischen Arten deren 17, darunter *Melosira arenaria, Cyclotella Meneghiniana, M. comta, Stephanodiscus Hantzschianus, Asterionella formosa* und *Rhopalodia gibberula*. Ihre etwas rätselhafte Anwesenheit erklärt sich daraus, daß der Park mit Havelwasser gesprengt wird und auch das Wasser der hohen Fontänen der Springbrunnen bei starkem Winde weithin verspritzt wird. In lebendem Zustand wurde keine dieser ausgesprochen hydrophytischen Arten beobachtet. Sie scheiden also schon frühzeitig durch selektive Wirkung für die Besiedlung aus.

Als Fundstellen für die atmophytischen Kieselalgen kommen im allgemeinen Moose von mesophiler und xerotischer Lebensführung in Betracht, die als flachanliegende Decken und Filze oder in Flachpolstern und niedrigen Rasen wachsen und in diesen in mehr oder weniger hohem Grade Rohhumus speichern. Es muß aber an dieser Stelle hervorgehoben werden, daß die Kieselalgen allerdings auch in diesen genannten Moosformen fehlen können, wozu gewisse ökologische Verhältnisse und zweifellos auch der Zufall Veranlassung geben können. Stets sehr reichlich wurden sie in den unter fast ozeanischen Verhältnissen lebenden Moosen von Brunnenwänden beobachtet. Ebenso lieferten die auf der zerklüfteten Borke alter Weiden, Pappeln, Eichen, Ulmen, Buchen,

Ahorne, Linden, Gleditzschien usw. (besonders an der Nordseite der Stämme und an Bäumen des Waldrandes und der Straßen) haftenden Moose, die periodisch vom Regenwasser genetzt werden, gute Ergebnisse. Das gleiche gilt für Erd-, Fels-, Mauer- und Dachmoose, soweit sie nicht zu stark schattig oder zu sonnig gewachsen waren. *Bryum argenteum, Tortula muralis, Funaria hygrometrica* usw. waren fast stets von Kieselalgen belebt. Hingegen fehlen sie in der Regel in ausgeprägt xerischen Moosen, wie *Hedwigia albicans*, *Grimmia orbicularis*, *Rhacomitrium canescens* und anderen Bewohnern unbeschatteter Felsen, die eine große Insolationswärme aufnehmen. Bei Chorin (Mark) fanden sich in solchen Moosen nur korrodierte Schalen von *Pinnularia borealis.* Es sei eingeschaltet, daß solche xerische Typen nach RAHM (17) der ausgesprochene Wohnsitz von Tardigraden sind, so daß diese Tiergruppe und die atmophytischen Diatomeen einander ökologisch auszuschließen scheinen. Ungünstig bestellt sind ferner die großen langstengeligen und sparrigen Moose des Waldbodens wie *Polytrichum*, *Leucobryum* und trocken bis mäßig feuchtstehende *Sphagna*, hochwüchsige Formen von *Dicranum scoparium* und *Mnium punctatum*, sehr lockere Teppiche von *Thuidium abietinum*, *Hylocomium splendens*, *H. triquetrum* und *H. Schreberi*, selbst wenn sie reichlich Humus gespeichert haben. Es scheint, daß in solchen schwellenden „Binnen- und Randmoosen“ der starke Lichtmangel im Raseninneren eine wesentliche Rolle bei dem Ausschluß der Kieselalgen spielt. Ferner sind Erdmoose, die auf tonig-lehmigen Boden stehen, in der Regel ohne Diatomeenbesatz. So fehlten sie z. B. in *Dicranum scoparium-*, *Dicranella heteromalla-*, *Polytrichum commune-* und *Lophocolea heterophylla*-Rasen, die aus einem in devonischer Grauwacke liegenden Steinbruch am Haardter Berge bei Siegen entnommen waren, traten aber ebendort in humosen *Ceratodon purpureus*-Polstern auf. Man kann vielfach bereits beim Ausdrücken der Moose auf Grund der schwärzlichen oder bräunlich-grauen Färbung des Rückstandes einen gewissen Schluß auf die Anwesenheit bzw. das Fehlen der Kieselalgen ziehen. Im übrigen spielt die Art des Substrates nur insofern eine Rolle, als die Moose der durchschnittlich kühlen, feuchten und rohhumusreichen Urgesteinsböden die Kieselalgen in reichlicherer und auch artenreicherer Menge bieten als die Moose der leicht erwärmbaren, trockeneren und rohhumusärmeren Kalkböden. Vereinzelt durchgeführte Feststellungen der Wasserstoffinonenkonzentration in den Moosen ergaben die in den Listen angeführten, fast durchweg sauren pH-Werte. Ferner zeigte z. B. ein *Hypnum cupressiforme*-Polster

von einer Linde im Park von Sanssouci (mit *Melosira Roeseana*) ein pH von 5,46, ein *Brachythecium rutabulum-Hypnum*-Rasen von einer Eiche an einem Bachlauf ebendort (mit viel eingesprengten hydrophytischen Formen) ein pH von 5,26. Ähnlich tiefliegende Werte gibt z. B. ZLATNIK (19) aus dem Riesengebirge für *Dicranum longifolium* und *Hypnum cupressiforme* (4,85), *Rhacomitrium canescens* (5,8), *Hylocomium triquetrum* (5,65) usw.

In soziologischer Beziehung lassen die bisherigen Untersuchungen den Schluß zu, daß die atmophytischen Moosdiatomeen auf keinen Fall in einem unmittelbaren Abhängigkeitsverhältnis zu bestimmten Moosarten oder auch zu bestimmten Moosassoziationen stehen. Am ehesten kann man von Beziehungen zu Assoziationsverbänden oder noch höheren soziologischen Einheiten sprechen. Für diese ergeben sich gewisse charakteristische Artengefüge, die durch das Auftreten bestimmter Arten, durch den Stetigkeitsgrad der Arten und durch die ökologische Bedingtheit der Kombinationen gekennzeichnet sind. Vor der Hand erscheint es angebracht, für die bei der vorliegenden Untersuchung gefundenen Kombinationen 2 weitgefaßte Typen zu unterscheiden, von denen die zweite in 3 untereinander allerdings nicht ganz gleichwertige Facies zerfällt:

1. den xerotischen Typus,
2. den mesophilen Typus, mit
   a) der Facies in feuchtstehenden Moosen natürlicher Standorte (im mitteldeutschen Hügelland nachgewiesen),
   b) der Facies in Brunnenmoosen (in Norddeutschland nachgewiesen),
   c) der Facies der Bergstufe (im Elbsandsteingebirge nachgewiesen).

Als dritter, hydrotischer Typus, in welchem der atmophytische Charakter der auftretenden Diatomeen noch deutlich zum Ausdruck kommt, läßt sich die Artenkombination anschließen, die in überrieselten Moosrasen auftritt und z. B. von HUSTEDT aus dem Sarekgebiete (15) und aus den Sudeten (12) beschrieben worden ist. Als charakteristischste Arten dieses Typus werden *Diatomella Balfouriana*, *Pinnularia Balfouriana*, *Tetracyclus Braunii* und andere Kaltwasserformen genannt.

Der xerotische Typus findet sich in trockenen, nur periodisch durch Regen, Taubildungen oder schmelzenden Schnee durchfeuchteten Baum-, Fels-, Mauer- und Dachmoosen, sowie auch in beschränktem Maße in Erdmoosen und ist weitverbreitet. Da er in der Regel frei von jeglichen Beimischungen hydrophytischer

Aus Moosen von	Bäumen									Felsen				Mauern								Erde		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	%
Pinnularia borealis . .	1*)	1	1	+	1	1	1	+	1	1	2	3	1	1	5	2	4	4	1	3	2	3	1	100
Hantzschia amphioxys .	1	1	1	2	1	+	1	+	3	+	+	2	1	3	1	2	3	1	1	2	2	2	1	100
Navicula mutica	2	—	—	1	1	—	—	—	—	—	+	1	4	1	1	1	1	1	1	2	+	1	—	65
Microneis minutissima	1	1	—	—	—	—	—	2	1	—	2	3	—	1	—	1	1	2	—	1	1	—	1	57
Microneis lanceolata . . .	1	—	—	1	1	+	—	—	—	+	—	—	—	1	1	1	—	1	—	+	1	—	1	52
Melosira Roeseana . .	3	4	2	—	3	3	1	+	—	+	1	—	+	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	48
Achnanthes coarctata .	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	+	1	1	—	—	1	1	—	+	—	+	+	—	39
Navicula contenta	—	—	1	1	1	—	—	1	—	—	2	—	2	1	—	—	—	1	—	—	—	—	—	35
Microneis exigua	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	1	—	1	—	2	—	—	—	22
Navicula cincta	—	—	—	1	—	—	—	—	—	2	1	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	17
pH-Werte	5.43		4.31		6.30					6.28							7.26							

*) Die Zahlen 1 bis 5 geben einen groben Annäherungswert des Mengenverhältnisses in aufsteigender Richtung, das + gibt ein ganz vereinzeltes Auftreten an.

Formen ist und nur Arten enthält, die einen periodischen, bisweilen in großen Abständen erfolgenden Wechsel von Feuchtigkeit und Trockenheit ohne Schaden überdauern können, so trägt er hinsichtlich der atmophytischen Arten den ausgeprägtesten Charakter.

1. *Hypnum cupressiforme* auf Ulmen bei Leer (Ostfriesland). — 2. *Homalia trichomanoides* auf Ahorn in Boverden (Göttingen). — 3. *Dicranum montanum* auf Eichen bei Finkenkrug (Berlin). — 4. *Brachythecium velutinum* und *Isothecium myosuroides* auf Eichen im Wildpark bei Potsdam. — 5. *Hypnum cupressiforme* auf Eichen im Park von Sanssouci. — 6. Desgl. auf Gleditzschien bei Berlin-Grunewald. — 7. *Ulotha crispa* und *Homalia trichomanoides* auf Buchen bei Chorin (Mark Brandenburg). — 8. *Dicranum montanum* und *Isothecium myosuroides* auf Ahorn im Uttewalder Grund (Elbsandsteingebirge). — 9. *Brachythecium velutinum*, *Tortula muralis* und *Ceratodon* auf Buchen des Basteiplateaus (Elbsandsteingebirge). — 10. *Ceratodon purpureus* und *Pellia polymorpha* von Felsspalten des Haardter Berges bei Siegen. — 11. *Hypnum cupressiforme* auf Felsblöcken im Park von Sanssouci. — 12. *Bryum caespititium* aus einer Felsenhöhle bei Hermsdorf (Riesengebirge). — 13. *Hypnum cupressiforme* und *Plagiothecium denticulatum* von einem beschatteten Felsen im Wald bei Brückenberg (Riesengebirge). — 14. *Tortula muralis* vom Gradierwerk in Bad Nauheim (Hessen). — 15. *Bryum album* aus Mauerfugen bei Gardelegen. — 16. *Tortula muralis* von einer Mauer in Potsdam. — 17. *Bryum argenteum* und *Tortula* sp. von einem Mauerdach in Potsdam. — 18. *Brachythecium* sp. von einer Mauer bei Dresden-Loschwitz. — 19. *Bryum argenteum* von der Bootstreppe bei Burg (Spreewald). — 20. *Ceratodon purpureus*-*Tortula muralis* von einer Mauer in Glatz. — 21. *Hypnum cupressiforme* von einer Mauer bei den Barbehäusern bei Brückenberg (Riesengebirge). — 22. *Thuidium abietinum* auf Kalkplatten bei Rüdersdorf (Mark Brandenburg). — 23. *Funaria hygrometrica* von einem schattigen Wegrand in Berlin-Dahlem.

Als die widerstandsfähigsten Arten sind *Pinnularia borealis* und *Hantzschia amphioxys* (meist in der var. *pusilla*) zu bezeichnen, die sich bisweilen sogar in rein xerischen Moosen wie *Polytrichum piliferum* (z. B. in der Calluna-Heide bei Berlin-Grunewald) oder in dürren Flechtenrasen wie *Cladonia glauca* (bei Neubabelsberg) finden und im Typus zu den ständig vorhandenen Gliedern zählen. Auch gegen Salzgehalt sind diese beiden Arten, ebenso auch *Navicula mutica* und *Melosira Roeseana* wenig empfindlich. Auf Norderney traten sie in *Bryum argenteum*-Rasen auf, die in den Fugen der aus Ziegeln erbauten Strandpromenade im Bereich der

Hochflutgrenze wuchsen. Durch die Seewinde hineingeweht oder durch die Sturmflut eingeschwemmt, wurden darin ferner marine Vertreter der Gattungen *Cocconeis*, *Coscinodiscus*, *Achnanthes*, *Diploneis*, *Biddulphia*, sowie Arten von *Triceratium* und *Eupodiscus* festgestellt. Eine nur von vereinzelt eingestreuten Hantzschien und *Tryblionella debilis* untermischte Reinkultur von *Pinnularia borealis* fand sich im Moder eines alten Erddaches im Raduscher Kaupen im Spreewald. *Navicula mutica* und *Microneis lanceolata* zeigen in der Regel eine große Formenfülle, ohne daß es möglich wäre, unter den verschiedenen Varietäten besondere Moosformen ausfindig zu machen. Bemerkenswert ist ferner die häufige Anwesenheit von *Melosira Roeseana* und *Achnanthes coarctata*, die ähnlich wie *Navicula contenta* und auch *Pinnularia borealis* zu Unrecht als montan bezeichnet werden (z. B. bei SCHORLER, 11). Eine deutliche Scheu vor zu trockenen Standorten zeigt *Microneis exigua*, die in den untersuchten Proben einzig in Mauermoosen anzutreffen war, in denen durch die Mauerfeuchtigkeit eine gewisse Stetigkeit im Wasserhaushalt gewährleistet wird.

Der mesophile Typus ist an Moose feuchter Standorte gebunden und zweifellos gleich dem xerotischen Typus weit verbreitet. In seiner Gesamtheit besitzt er denselben Grundstock von atmophytischen Arten, die den xerotischen Typus bilden (mit ! bezeichnet). Andererseits enthält er aber, abgesehen von den Verschiebungen in den Stetigkeitsverhältnissen dieser Formen, eine Anzahl von Zusatzarten, welche Indikatoren für die veränderten Lebensbedingungen darstellen und im besonderen eine weitere Zergliederung in facielle Glieder gestatten.

Die engsten Beziehungen zum xerotischen Typus weist die Diatomeenflora auf, die die feuchten Moose des Hügellandes an natürlichen Standorten belebt. Die in Frage kommenden Moose stehen mäßig feucht, unterliegen aber noch ziemlich beträchtlichen klimatischen Schwankungen, vor allem der periodischen Austrocknung. Es stammten:

1. aus einer *Marchantia polymorpha*-Decke aus Mauerfugen am Fuße der BRÜHLschen Terrasse in Dresden,
2. aus einem *Bryum argenteum*-Rasen von ebendort,
3. aus einem *Weissia crispata*-Polster von anstehenden Syenitfelsen aus dem eingeschnittenen, feuchten Weißen Weiseritztal bei Edle Krone (Tharandt),
4. von einem *Funaria hygrometrica*-Rasen von einem Flußdamm bei Brieg,

5. aus einem *Barbula unguicula*-Polster von Steindämmen bei Goldberg (Schlesien),
6. aus einem *Hypnum cupressiforme-Plagiothecium denticulatum*-Mischrasen von einem Granitblock im Fichtenwald bei Brückenberg (Riesengebirge).

Die Zusammensetzung war folgende:

(Tabelle siehe Seite 401.)

Der periodischen, wenn auch nicht sehr starken Austrocknung entsprechend erhält *Pinnularia borealis* ihre volle Stetigkeit. Als neue Vollkonstante erscheint *Microneis minutissima*, deren Stetigkeit im xerotischen Typus 57 % beträgt. *Hantzschia amphioxys* wird etwas seltener (67 %), *Navicula mutica* etwas häufiger (83 % : 65 %). *Melosira Roeseana* ist gleich häufig vertreten. Hingegen fehlt *Navicula contenta* vollkommen (im xerotischen Typus 35 %). Unter den Zusatzarten erscheinen kleine Naviculeen, die in der folgenden Facies die volle Stetigkeit erlangen (vgl. folgenden Absatz). Nur in dieser Facies fand sich *Nitzschia frustulum*.

Merklich stärkere Abweichungen finden sich in der Facies, die für die Moose der offenen und halbverdeckten Ziehbrunnen und Zisternen in Norddeutschland bezeichnend ist und die namentlich durch das stets und meist auch reichliche Auftreten von äußerst kleinen Naviculeen eine eigene Note besitzt. Die Artzugehörigkeit dieser Formen konnte nicht mit Sicherheit ermittelt werden. Vermutlich handelt es sich um *Navicula atomus*, *N. perpusillus* und zum mindesten noch um eine weitere dieser äußerst kleinen Arten. Die diese *Facies* bergenden, meist Decken bildenden Moose besiedeln die innere Brunnenwand namentlich von der Höhe des Erdbodens abwärts. Die untere Grenze ihres Auftretens wird in flachen Brunnen durch die Wasseroberfläche, in tieferen durch den Lichtmangel gesetzt. Die untersuchten Moose:

7. *Brachythecium rutabulum* aus einem 1,5 m tiefen Holzbrunnen in Neuendorf auf Hiddensee bei Rügen,
8. *Bryum capillare* aus einem 2 m tiefen Zementbrunnen, ebenda,
9. *Bryum* sp. und *Ceratodon* aus einem 3 m tiefen Zementbrunnen in Vitte auf Hiddensee,
10. Rasen einer depauperaten, anscheinend zu *Amblystegium serpens* gehörigen Form aus einem 2 m tiefen Holzbrunnen, ebenda,
11. *Oxyrhynchium speciosum* (?) aus einem 1,25 m tiefen Zementbrunnen in Nest an der Ostsee (Pommern),

	1	2	3	4	5	6	%	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	%
Navicula atomus	1	+	—	—	—	2	50	2	2	1	1	4	2	4	5	2	5	5	2	100
! *Hantzschia amphioxys*	1	1	—	2	1	—	67	1	1	+	1	1	1	—	+	1	1	+	+	92
! *Navicula mutica*	—	1	1	1	1	1	83	1	—	1	1	2	1	2	+	1	—	1	1	83
! *Microneis lanceolata*	1	—	—	—	1	—	33	1	2	1	3	1	4	2	—	2	—	+	2	83
! *Microneis minutissima*	1	2	1	1	3	2	100	2	—	2	5	1	1	1	1	3	—	—	—	67
Amphora Normanni	$1^{\times}$	$1^{\times}$	—	$1^{\times}$	—	—	50	2	3	1	4	2	—	+	—	1	—	—	1	67
! *Pinnularia borealis*	1	1	3	2	1	2	100	—	—	—	—	—	—	—	+	+	1	+	+	42
! *Navicula contenta*	—	—	—	—	—	—	—	2	2	+	1	—	—	—	+	—	—	—	—	42
Denticula frigida	+	—	—	—	1	—	33	1	1	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	33
Tryblionella debilis	—	1	+	—	1	—	50	1	—	+	—	1	—	—	—	—	—	—	—	25
Nitzschia inconspicua	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	+	—	—	—	—	—	+	—	25
Eunotia gracilis	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	+	—	+	—	25
Navicula cryptocephala	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	+	+	—	—	25
Nitzschia dissipata	—	1	—	—	—	—	17	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	+	17
Eunotia robusta	—	—	+	—	—	—	17	—	—	?	—	—	—	—	—	—	—	?	—	17
! *Microneis exigua*	1	1	—	—	1	—	50	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	17
Eunotia paludosa	—	+	1	—	—	—	33	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	8
Nitzschia sigma var. *anguillula*	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8
! *Navicula cincta*	—	—	—	—	1	—	17	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	8
! *Melosira Roeseana*	—	+	3	—	—	1	50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8
! *Achnanthes coarctata*	—	—	—	1	1	—	33	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Nitzschia frustulum	—	—	+	1	—	—	33	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Melosira Dickiei	—	—	—	—	—	1	17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

$1^{\times}$ = *Amphora ovalis.*

12. *Chrysohypnum polygamum* aus einem 3,5 m tiefen Backsteinbrunnen in Porst (Pommern),
13. Decken von *Amblystegium serpens* (gegen *A. Juratzkanum* neigend) aus einem Backstein- und Zementbrunnen in Seidel (Pommern),
14. *Amblystegium serpens-Brachythecium rutabulum* aus einem 7 m tiefen Zementbrunnen in Sellhorn (Lüneburger Heide),
15. *Oxyrhynchium rusciforme* aus einem 3,5 m tiefen Zementbrunnen in Ehrhorn (Lüneburger Heide),
16. *Rhynchostegium murale* aus einer etwa 0,5 m tiefen offenen Zisterne bei Forsthaus Wilsede (Lüneburger Heide),
17. *Brachythecium velutinum* aus einem 2 m tiefen Zementbrunnen, ebenda,
18. *Brachythecium rutabulum* (?) aus einem 5 m tiefen Zementbrunnen, ebenda,

wuchsen durchschnittlich 1 bis 2,5 m unterhalb des oberen Brunnenrandes oder, wenn man den meist unbesiedelten, über der Bodenoberfläche liegenden Brunnenaufsatz von etwa 80 cm Höhe davon in Abzug bringt, etwa 0,20 bis 1,7 m unter der Bodenoberfläche. Die Lebensbedingungen, unter denen sie und mit ihnen die Kieselalgen leben, sind jahrein jahraus durch große Gleichförmigkeit und geringe Schwankungen ausgezeichnet. Die Luftfeuchtigkeit wird durch die Verdunstung des tieferstehenden Wassers dauernd hoch gehalten. Die Bodentemperatur ist niedrig. Der Zutritt des Lichts, namentlich der direkten Sonnenstrahlen, ist durch die geringe innere Brunnenweite sehr beschränkt. Die Verknüpfung dieser an atlantische Verhältnisse erinnernden klimatischen und edaphischen Faktoren machen sich hinsichtlich der auftretenden Diatomeen insofern geltend, als diese stets reichlich und namentlich in ihrer Stetigkeit in einem bestimmten Verhältnis zu einander erscheinen.

Vom xerotischen Typus ist diese Facies durch das vollkommene Fehlen von *Melosira Roeseana* und *Achnanthes coarctata* und durch das starke Sinken der Konstanz von *Pinnularia borealis* (nur 33%) geschieden. *Amphora Normanni* wurde nur in dieser Facies beobachtet. Die ziemlich reichliche Anwesenheit dieser sonst nicht häufigen Art in den Proben Nr. 1 bis 5 erklärt sich vielleicht daraus, daß diese Proben aus dem Ostseegebiete stammen und *Amphora Normanni* vermutlich schwach halophil ist. In ihrer

Gesellschaft fanden sich vereinzelt auch Schalen und Schalenbruchstücke der marinen Arten *Diploneis interrupta* und *Coscinodiscus scutellum* (außer in Probe 4), sowie in Probe 3 mehrfach die von KOLBE (7) provisorisch zu den halophilen Formen gestellte *Navicula pusilla.* Als facieseigene Zusatzarten (Differenzielarten) treten weiterhin *Navicula cryptocephala*, *Eunotia gracilis*, *Nitzschia inconspicua* und *N. sigma* var. *anguillula* auf, als gemeinsame *Denticula frigida*, *Eunotia robusta* (?), *E. paludosa*, *Tryblionella debilis* und *Nitzschia dissipata*. *Melosira Dickiei* fand sich nur einmal und nur vereinzelt in einer auf der Stirnfläche eines beschatteten Felsblockes wachsenden Moosdecke (Probe Nr. 6), fehlte aber an der trockeneren Scheitelfläche desselben Blockes, dessen gleichartig zusammengesetzte Moosdecke die im xerotischen Typus (Probe Nr. 14) mitgeteilten Diatomeen enthielt. Vom soziologischen Standpunkt aus ist diese Art als ein faciesfremdes Einsprengsel anzusehen. In dem *Hypnum polygamum*-Rasen aus dem Porster Brunnen (Nr. 12) fand sich mit großer Häufigkeit und Gleichförmigkeit eine *Microneis lanceolata*-Form, deren Schalen unsymmetrisch gekrümmt waren und auf der konvexen Seite unterhalb der beiden Enden je eine deutliche Einschnürung aufwiesen.

Die dritte, montane Facies zeichnet sich durch große floristische Selbständigkeit aus, könnte daher auch als eigener Typus aufgefaßt werden. Sie wurde in den Moosen der tief eingeschnittenen Felsentäler des Elbsandsteingebirges festgestellt, dürfte aber in den Urgesteinsgebirgen weitere Verbreitung besitzen. Sie findet sich ziemlich regelmäßig und durch reiche Entwicklung einzelner Arten ausgezeichnet in den Moosen der bergfeuchten Felswände und Gesimse der Nordlagen, sowie auch in denen der Talsohlen. In ihrer Artzusammensetzung und ihren Lebensansprüchen schließt sich diese Facies in vielen Beziehungen an die als Adhäsionsverbände der überrieselten Felswände auftretenden Diatomeenschleime oder das Bacillarietum an, wie dieses in seinen verschiedenen Ausbildungsformen von SCHORLER (11) aus jenem Bergland beschrieben worden ist. Sie unterscheidet sich aber von diesen submers lebendenden Beständen namentlich durch den fast regelmäßigen Besitz von *Melosira Dickiei.* Über die ökologische Eigenart der Moosstandorte in den feuchten, kühlen und lichtarmen Schluchten und Gründen, sowie über die großen Gegensätze zwischen Sonnen- und Schattenlage daselbst, hat SCHADE (19, 20) berichtet. In kaum abweichender Zusammensetzung wurde die Facies ferner in periodisch schwach überrieselten Moospolstern, in *Chroococcus*-Beständen bergfeuchter Wände und selbst in trockenen,

auch bei Regenwetter nicht von Wasser unmittelbar getroffenen *Gloeocapsa* Schleimen angetroffen. Ferner tritt sie auch in den Moosen der höheren, etwas sonnigen Felslehnen, sowie an den Stirnflächen beschatteter Felsblöcke auf den Gipfelplatten auf, verarmt allerdings an solchen Orten ziemlich stark. Dennoch wurden aber z. B. auf der Felsplatte über dem Uttewalder Grunde in einem *Dicranella heteromalla-Rhabdoweisia fugax*-Polster die in der nachfolgenden Liste genannten Eunotien, *Fragilaria virescens*, *Pinnularia appendiculata* u. a. in ziemlicher Menge angetroffen. Auffälligerweise fehlen in den Moosen dieser trockenen Orte zumeist die sonst für den xerotischen Typus bezeichnenden Arten. Diese finden sich in ihrer typischen Kombination hie und da in den Moosen von Bäumen (Liste 1, Probe Nr. 8, 9), so daß höchstwahrscheinlich der dystrophe Charakter, der dem sterilen Sandstein innewohnt, für den Ausschluß verantwortlich gemacht werden muß.

Der Typus des Elbsandsteingebirges besitzt folgende Zusammensetzung:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	%
Eunotia bigibba	1	1	2	2	2	2	2	1	3	2	2	2	100
Eunotia lunaris	1	+	2	1	+	2	1	1	1	1	1	1	100
Melosira Dickiei . . .	1	—	2	2	+	+	1	4	1	3	2	—	83
! *Pinnularia borealis* . .	1	2	+	1	+	+	—	1	+	-	1	+	83
Eunotia exigua . . .	2	-	2	1	-	1	1	2	2	2	2	-	74
Fragilaria virescens . .	5	-	2	4	3	3	—	—	—	1	—	1	58
! *Melosira Roeseana* . . .	+	+	—	—	+	—	+	+	+	1	-	—	58
! *Microneis minutissima*	—	2	1	—	1	1	1	1	—	—	+	—	58
! *Navicula contenta* . . .	1	1	+	—	—	—	—	1	—	1	—	1	50
! *Navicula mutica* . . .	1	1	—	—	—	1	—	+	—	+	—	—	42
Pinnularia appendiculata	—	—	1	+	—	1	—	—	—	—	+	+	42
! *Hantzschia amphioxys* .	+	+	—	—	—	1	--	+	—	—	-	+	42
Pinnularia hemiptera . .	—	—	+	1	—	1	+	—	—	—	—	—	33
Tryblionella debilis . . .	—	—	1	1	—	+	—	—	—	1	-	—	33
! *Microneis lanceolata* . .	1	—	—	—	—	1	—	-	+	—	—	—	25
Navicula sp.	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	25
! *Navicula cincta*	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	17
Frustulia saxonica . .	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	+	—	17
Amphora ovalis . . .	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	-	—	8
pH-Werte							4.92		4.10				

1. Schwarzer, krümeliger *Glococapsa montana*-Wandbelag im Uttewalder Grund. — 2. Grüner, ziemlich feuchter Wandbelag von

Chroococcus (?) im Uttewalder Grund. — 3. *Pellia polymorpha*-Decke von einem Überlauf im Uttewalder Grund. — 4. *Pellia polymorpha-Scapania nemorosa*-Decke vom Fuß einer bergfeuchten Wand. — 5. *Pellia polymorpha-Diplophyllum albicans*-Decke von einem ähnlichen Orte. — 6. *Calypogeia trichomanis*-Decke von einer feuchtschattigen Felswand, ebenda. — 7. *Dicranella heteromalla*-Filzdecke von einer Felskluft in den Schwedenlöchern. — 8. Mit Moosprotonemen, Farnprothallien usw. bedecktes feuchtes Holzstück, ebenda. — 9. *Georgia pellucida*-Decke vom Fuß einer nassen Felswand. — 10. *Plagiochila asplenioides*-Decke in einer Höhlung am Eingang in den Uttewalder Grund. — 11. *Dicranodontium longirostre - Mastigobryum trilobatum* - Polster an bergfeuchten Felsen, ebenda. — 12. *Dicranella heteromalla - Plagiothecium denticulatum* - Decke in der Nähe des Amselfalls.

Zu den charakteristischen, ± ständig auftretenden Arten zählen *Eunotia bigibba* (100 %), *E. lunaris* (100 %), *E. exigua* (75 %) und *Melosira Dickiei* (68 %), zu denen *Fragilaria virescens* (58 %), *Pinnularia appendiculata* (42 %), *Pinnularia hemiptera* (33 %) und *Frustulia saxonica* (17 %) als weitere facieseigene Arten treten. Von den im xerotischen Typus auftretenden Arten fehlen *Achnanthes coarctata* und *Microneis exigua* völlig. Die übrigen erlangen die volle Stetigkeit nicht mehr, doch sind *Pinnularia borealis*, *Microneis minutissima*, *Melosira Roeseana* und *Navicula contenta* wenigstens noch in der Hälfte aller Proben vertreten. *Hantzschia amphioxys*, *Navicula mutica* und *Microneis lanceolata* werden merklich seltener. Die Zahl der den beiden anderen mesophilen Facies gemeinsamen Arten beschränkt sich auf die spärliche Anwesenheit von *Navicula* sp., *Tryblionella debilis* und *Amphora ovalis*.

Kurz zusammenfassend liefern die vorliegenden Untersuchungen folgende Ergebnisse:

Die atmophytischen Moosdiatomeen treten entsprechend der Ökologie der sie beherbergenden Moose in zwei floristisch gut gezeichneten Typen auf, von denen der xerotische die ausgeprägtesten atmophytischen Formen enthält, der mesophytische, wandlungsfähigere durch Zusatzarten gekennzeichnet ist. Die Artkombinationen sind nur von hohen soziologischen Einheiten abhängig.

Die selektive Wirkung der periodischen Austrocknung unterbindet die Entwicklungsmöglichkeit der hydrophytischen Arten.

Von den meist häufig, bisweilen sogar in erstaunlicher Menge vorhandenen Moosdiatomeen konnten *Melosira Roeseana* und *Pinnu-*

laria borealis nach fast einjähriger Trockenperiode wieder zur Entwicklung gebracht werden.

Die Kappenbildung von *Melosira Dickiei* dürfte in engstem Zusammenhang mit dem Leben in den Moosen stehen.

Sehr einheitliches *Pinnularia borealis* - Material vom selben Fundorte deutet darauf hin, daß die Besiedlung zusagender Örtlichkeiten von einem einzigen eingeschleppten Individuum ausgehen kann.

Die Einsammlung eines großen Teils der untersuchten Moose erfolgte durch folgende Angehörige der Landesanstalt: HANS BEGER, H. BETHGE, H. HELFER, E. HUTH, W. KRIEGER und E. TIEGS, sowie K. WYNEKEN-LEER, ihre Bestimmung z. gr. T. durch H. REIMERS und L. LOESKE. Wertvolle Mitteilung machte mir besonders R. W. KOLBE. Ihnen allen gebührt mein Dank. Ganz besonderer Dank gebührt der Notgemeinschaft, die durch Hergabe von Mitteln die Durchführung der Arbeit ermöglicht hat.

Untersuchungen von Moosen aus dem Bereich der Alpen (namentlich Südtirol, Bayern und der Schweiz), die im wesentlichen übereinstimmende Resultate wie die in der vorliegenden Arbeit ergeben haben, werden a. a. O. veröffentlicht.

Schrifttum.

1. BRAND, FR., und STOCKMAYER, S. Analyse der aerophilen Grünalgenanflüge, insbesondere der proto-pleurococcoiden Formen. Archiv für Protistenkunde, Bd. 25, 1925.
2. OLTMANNS, FR. Morphologie und Biologie der Algen, Bd. III, 2. Aufl, 1923.
3. DEBY, J. Les Diatomées terrestres, Bulletins de la société belge de microscopie, Bruxelles, 1878.
4. PETERSEN, C. G. J. Studier over danske aërophile alger. Mém. acad. roy. d. sc. et lettres du Danemark, Copenhague, Sér. 7. Sec. d. Sc. Bd. 12. 1915.
5. BRISTOL, B. M. On the alga-flora of some desiccated English soil: An important factor in soil biologie. Ann. of. Botany, Bd. 34, 1920.
6. STEINER, G. Die mikroskopische Tierwelt der Moospolster. Mikrokosmos, Bd. VII, 1913/14.
7. KOLBE, R. W. Zur Ökologie, Morphologie und Systematik der Brackwasser-Diatomeen. Die Kieselalgen des Sperenberger Seengebietes, in R. KOLKWITZ, Pflanzenforschung, H. 7. Jena, 1927.
8. SCHROEDER, G. Austrocknungsfähigkeit der Pflanzen, Diss., Tübingen, 1906.
9. MALTA, N. Die Kryptogamenflora der Sandsteinfelsen in Lettland. Acta Horti Botanici Universitatis Letviensis, Bd. I, 1926.
10. SMITH, W. and WEST, T. A Synopsis of the British Diatomaceae, Bd. II, London, 1856.

11. SCHORLER, BR. Die Algenvegetation an den Felswänden des Elbsandsteingebirges. Abh. d. naturw. Gesellschaft Isis in Dresden, 1914.
12. HUSTEDT, FR. Bacillariales aus den Sudeten. Archiv für Hydrobiologie und Planktonkunde, Bd. 10, 1914.
13. SCHROEDER, B. *Melosira Roeseana* Rabh., eine leuchtende Bacillariacee. Ber. d. D. B. G, Bd. 34, 1916.
14. MÜLLER, O. Bacillariaceen aus dem Nyassalande und einigen benachbarten Gebieten. ENGLERs Botan. Jahrb., Bd. XLII, 1910.
15. HUSTEDT, FR. Die Bacillariaceen-Vegetation des Sarekgebietes. Naturwissenschaftliche Untersuchung des Sarekgebietes in Schwedisch-Lappland. Stockholm, 1924.
16. MEISTER, FR. Die Kieselalgen der Schweiz. Bern, 1912.
17. RAHM, P. G. Bärtierchen und Moosschweinchen. Aus der Lebensgeschichte der Tardigraden. Mikrokosmos, Bd. XX, 1926/27.
18. ZLATNIK, A. Les associations de la végétation des Krkoucše et le pH. Mémoires de la société des sciences de Bohême. Classe de science, Bd. III, Prag, 1925
19. SCHADE, F. A. Über den mittleren jährlichen Wärmegenuß von *Webera nutans* (Schreb.) Hedw. und *Leptoscyphus Taylori* (Hook.). Mitt. im Elbsandsteingebirge. Ber. d. D. B. G., Bd. XXXV, 1917.
20. —, — Pflanzenökologische Studien an den Felswänden der Sächsischen Schweiz. ENGL. Bot. Jahrb., Bd. 48.

43. Friedl Weber: Stomata-Öffnen welkender Blätter.

(Vorläufige Mitteilung.)

(Aus dem Pflanzenphysiologischen Institut der Universität Graz)

(Eingegangen am 22. Juni 1927. Vorgetragen in der Junisitzung.)

Es wird meist als Regel angenommen, daß sich die Stomata bei beginnendem Welken der Blätter schließen; das Offenbleiben oder weitere Öffnen der Spalten beim Welken wird — trotz der Angaben von STAHL, DARWIN, MOLISCH, LAIDLAW-KNIGHT u. a. — nur als Ausnahme gewertet oder als ein rasch vorübergehendes bzw. nur unter unnatürlichen Bedingungen sich einstellendes Phänomen.

Eigene seit Jahren fortgesetzte Beobachtungen haben mir aber gezeigt, daß es sehr viele, insbesondere krautige Pflanzen gibt, bei denen sich unter vollkommen natürlichen Bedingungen am Standort bei beginnendem Welken der Blätter die Stomata nicht nur nicht schließen, sondern geradezu extrem weit öffnen und stundenlang so geöffnet bleiben.

Dieses extreme Öffnen der Stomata ist vor allem vormittags zu beobachten bei sonnigem, heißem Wetter, wenn es einige Tage nicht geregnet hat, der Boden aber noch nicht übermäßig trocken ist. Die Stomata der im vollen Sonnenlichte stehenden Pflanzen sind bei solchem Wetter schon am frühen Morgen mehr oder weniger weit geöffnet; in der Zeit von etwa 8 bis 11 Uhr vormittags zeigen die Blätter in allmählich steigendem Maße deutliche Anzeichen des Welkens: Sie haben nicht mehr die volle Turgeszenz und beginnen in stärkerem oder schwächerem Grade schlaff herabzuhängen.

Untersucht man die Öffnungsweite der Stomata solcher welkender intakter Blätter mikroskopisch (vgl. LINSBAUER 1916), so findet man die Stomata durchweg extrem weit, klaffend offen. Typisch läßt sich dies z. B. bei den Blättern folgender Pflanzen sehen:

Impatiens parviflora, Vicia faba, Rumex patientia, Chrysanthemum maximum, Sambucus nigra, Dahlia variabilis.

Es fragt sich, wodurch ist dieses extreme Öffnen der Stomata an den welkenden Blättern bedingt?

Wenn das Welken unter unnatürlichen Verhältnissen besonders rasch erfolgt, so läßt sich mit BENECKE (1924, pag. 78) annehmen,

daß „die für die Schließbewegung erforderliche Herabregulierung des osmotischen Wertes der Schließzellen mit der raschen Veränderung der Außenbedingungen nicht gleichen Schritt halten kann.“ Um solche Fälle handelt es sich hier aber offenbar nicht, denn das Welken geht am natürlichen Standort ganz langsam vor sich, und doch findet keine Verengerung der Spaltweite statt, ja die extreme Öffnungsweite wird erst gerade dann erreicht, wenn die Welkungserscheinungen am Blatte deutlich sichtbar werden.

Die kausale Analyse dieser Öffnungsbewegung der Stomata ließ sich durch folgende Infiltrationsversuche anbahnen. Die leicht welken Blätter mit den offenen Stomata wurden mit Wasser infiltriert und zwar entweder durch Zentrifugierung (WEBER 1927) oder durch Evakuierung (NEGER 1912); mit jeder der beiden Methoden läßt sich die Interzellularenluft innerhalb von ½ bis 1 Minute leicht vollkommen durch Wasser ersetzen.

Nach erfolgter Wasserinfiltration der Blätter ergibt die mikroskopische Prüfung am intakten Blatte meist sofort — oder nachdem die Blätter noch einige Minuten in Wasser belassen werden — einen weitgehenden, meist sogar vollkommenen Verschluß der Stomata. Blätter, die unterdessen zur Kontrolle gleich lang trocken liegen, haben noch unverändert weit geöffnete Spalten.

Etwas Ähnliches hat vor kurzem SAYRE (1926) beschrieben: The stomata close immediately to about 10 % of their maximum width . . . if the leaf is attached quickly to the water tap . . . and water is forced into the leaf under a pressure of about 3 atmospheres. (Vgl. darüber SCARTH 1927.)

Für das Schließen der Stomata vorher leicht welker Blätter nach der Wasserinfiltration gibt es verschiedene Erklärungsmöglichkeiten: Es könnten die Schließzellen während der Infiltration durch Wasserabgabe etwa infolge Exosmose oder Katatonose an Turgeszenz verloren haben; diese Annahme ist schon deshalb unwahrscheinlich, weil die Schließbewegung so auffallend schnell vor sich geht; auch läßt sich in den Schließzellen eine Änderung im Stärkegehalt vor und nach der Schließung nicht feststellen. Überhaupt dürfte sich am physikalisch-chemischen Zustand der Schließzellen nach erfolgter Infiltration trotz der so weitgehenden Änderung des Öffnungszustandes der Spalte nichts wesentliches geändert haben; so zeigen z. B. bei *Vicia faba* die Schließzellen vor und nach der Infiltration in stark hypertonischer Zuckerlösung ganz dieselbe Plasmolyseform, nämlich nach dem Krampftypus (WEBER 1926).

Eine andere Erklärungsmöglichkeit ist die: Die Nebenzellen (und übrigen Blattzellen) gleichen bei der Infiltration ihr infolge des Welkens eingetretenes Wasserdefizit aus, werden vollturgeszent; die Schließzellen werden dadurch passiv bis zum völligen Spaltenverschluß zusammengedrückt. Tatsächlich ist ja das Blatt sofort nach der Infiltration prall turgescent (NEGER 1912). Für die Richtigkeit dieser letzteren Erklärung spricht vor allem folgendes Versuchsergebnis:

Werden die welkenden Blätter nicht mit Wasser, sondern mit circa 8 %iger Rohrzuckerlösung infiltriert, so bleiben die Stomata weit geöffnet, und erst nach etwa einer halben Stunde beginnen sie sich allmählich zu schließen. Aus der Zuckerlösung vermögen die Nebenzellen und sonstigen Blattzellen nicht die nötige Wassermenge aufzunehmen, um die beim Welken verlorene volle Turgeszenz wieder herzustellen; das Blatt bleibt auch nach der Infiltration mit der Zuckerlösung in dem leicht schlaffen Zustand, den es vorher schon beim Welken hatte. Ein passives Zusammendrücken der Schließzellen durch die übrigen Epidermiszellen ist daher nicht möglich, die Stomata bleiben offen.

Aus diesem Grundversuch, der eine Reihe von Variationen zuläßt, ergeben sich in verschiedener Hinsicht Folgerungen für die Physiologie der Stomatabewegung. In einer ausführlicheren Arbeit soll darauf sowie auf die einschlägige Literatur näher eingegangen werden; hier sei nur folgendes hervorgehoben:

Das Öffnen der Stomata bei beginnendem Welken und das Schließen solcher Stomata nach der Wasserinfiltration ist eines der besten Beweise dafür, „daß die Öffnungsweite der Spalte nicht allein von dem osmotischen Wert der Schließzellen, sondern auch von dem Gegendruck der Nachbarzellen abhängt" (BENECKE 1924, pag. 77). Der osmotische Wert der Schließzellen dürfte sich bei der Blattinfiltration nicht wesentlich ändern, und doch ist die Spalte vor der Infiltration maximal geöffnet, nach der Infiltration vollkommen geschlossen. Maßgebend für die Öffnungsweite ist in diesen Fällen das Wassersättigungsdefizit der Nebenzellen im welken Zustande, beziehungsweise die Beseitigung dieses Defizites nach der Wasserinfiltration.

In Bezug auf das Stomata-Öffnen bei welkenden Blättern stimmen meine Beobachtungen also vollkommen mit denjenigen von KNIGHT (1917) überein: „A small decrease in the water content of the leaf does not cause the stomata to close, and as the loss of water proceeds the first noticeable effect of wilting is to cause

the stomata to open. Closure finally takes place only at a comparatively late stage of wilting . . . hence the ordinary view that stomata, by their response to incipient drying, are the chief factors in maintaining the water-content of the leaf is not tenable." KNIGHT meint, das Offenbleiben bzw. weitere Öffnen der Stomata an zu welken beginnenden Blättern im Lichte sei darauf zurückzuführen, daß die stomatäre Bewegung in erster Linie von der Belichtung abhängig sei; geringe Änderungen im Wassergehalte des Blattes seien nicht maßgebend. Nach der oben entwickelten Vorstellung sind jedoch die Änderungen im Wassergehalte im zu welken beginnenden Blatte für die Öffnungsweite der Spalte sicherlich maßgebend, aber im entgegengesetzten Sinne, als man bisher annahm, und nicht durch die direkte Wirkung auf die Schließzellen selbst: Der Wasserverlust der Nebenzellen bewirkt die Öffnung der Stomata, die Schließzellen selbst sind (bei geöffneter Spalte) gegen Wasserverlust besonders geschützt.

Zusammenfassend läßt sich vorläufig sagen:

1. An den unter natürlichen Bedingungen im direkten Sonnenlichte zu welken beginnenden Blättern vieler (krautiger) Pflanzen öffnen sich die Stomata extrem weit und bleiben lange geöffnet.
2. Werden solche Blätter mit Wasser infiltriert, so schließen sich die Stomata rasch weitgehend bis völlig.
3. Werden die Blätter aber mit etwa 8 %iger Rohrzuckerlösung infiltriert, so bleiben die Stomata lange geöffnet.
4. Daraus wird geschlossen: Für das extrem weite Öffnen der Stomata welkender Blätter ist in erster Linie der Turgeszenzverlust der Epidermiszellen verantwortlich, für das Schließen der Stomata nach erfolgter Wasserinfiltration der von den vollturgeszenten Epidermiszellen auf die Schließzellen ausgeübte Druck.

Literatur.

BENECKE, W. und JOST, L., 1924. Pflanzenphysiologie, I. Bd.

KNIGHT, R. C., 1917. The interrelations of stomatal aperture, leaf water content and transpiration rate. Annals of Botany 122.

LINSBAUER, K., 1916. Beiträge zur Kenntnis der Spaltöffnungsbewegungen. Flora 109.

MOLISCH, H., 1912. Das Offen- und Geschlossensein der Spaltöffnungen. Zeitschr. f. Botanik 4.

NEGER, F. W., 1912. Spaltöffnungsschluß und künstliche Turgorsteigerung. Ber. Deutsch Botan. Ges. 30.

SAYRE, J. D., 1926. Physiology of stomata of Rumex patientia. Ohio Journ. of Science 26.

SCARTH, G. W., 1927. Stomatal movement: Its regulation and regulatory rôle. A review. Protoplasma 2.

WEBER, F., 1925. Plasmolyseform und Kernform funktionierender Schließzellen. Jahrb. f. wissensch. Botanik 64.

—, —, 1927. Vitale Blattinfiltration. Protoplasma 1.

Diesem Hefte liegt ein Zettel nebst 2 Briefumschlägen für die Wahl des Präsidenten und des Ausschusses bei. Umgehende Rücksendung wird erbeten.

Sitzung vom 29. Juli 1927.

Vorsitzender: Herr F. HERRIG.

Der Vorsitzende teilt mit, daß die Gesellschaft den Tod mehrerer Mitglieder zu beklagen hat: Herr Professor

Dr. **Heinrich Schenck,**

Geh. Hofrat, Direktor des Botanischen Gartens in **Darmstadt,** verstarb am 25. Juni 1927 im 67. Lebensjahre; Herr

Alfred Fuchs,

Oberamtsrichter in **Augsburg,** starb am 28. Juni 1927; Herr

Dr. **S. M. Wislouch,**

Professor am Pharmakognostischen Institut der Universität in **Warschau,** starb am 10. Juli 1927.

Die Anwesenden erheben sich zu Ehren der Dahingegangenen von ihren Plätzen.

Der Vorsitzende teilt mit, daß er an unser Ehrenmitglied Sir **David Prain** in **Warlingham,** Surrey, England, zu seinem 70. Geburtstage im Namen unserer Gesellschaft ein Glückwunschschreiben gerichtet hat. Dieses Schreiben wird verlesen, ebenso das Antwortschreiben, durch das sich der Jubilar für den Glückwunsch bedankt.

Als neue Mitglieder werden vorgeschlagen:

Arisz, Dr. **W. H.,** Professor der Pflanzenphysiologie an der Reichsuniversität in **Groningen** (Holland), Nieuwe Kijkintjatstraat 84 (durch J. C. SCHOUTE und E. TIEGS),

Heimlich, Dr. **L. F.,** Professor der Botanik an der Universität in **Valparaiso,** Indiana, U. S. A., University Place (durch G. TISCHLER und R. JARETZKY).

Zu ordentlichen Mitgliedern werden ernannt:

Balde, Hans Th., Apotheker in **Braunschweig,**
Doerfel, Franz, Apotheker in **Braunschweig,**
Hennig, Fräulein **Luise,** Studienlehrerin in **München,**

Hopmann, Otto, Apotheker in **Münster i. W.,**
Langendorff, Johannes, cand. rer. nat. in **Jena,**
Quednow, Klaus, Apotheker in **Braunschweig,**
Reinsch, Dr. **Johannes,** in **Leipzig-Reudnitz,**
Roberg, Max, Apotheker in **Münster i. W.,**
Scheibe, Dr. **Arnold,** in **Berlin-Dahlem,**
Smirnow, Dr. **Paul,** Assistent in **Moskau.**

Herr **R. Lieske** zeigte 6 neue Pfropfbastarde. Es sollte zunächst für praktische Zwecke festgestellt werden, ob sich die Kartoffel zur Herstellung von Periklinalchimären eignet, da hierüber gegenteilige Angaben vorlagen. Kartoffelpfropfbastarde lassen sich sehr leicht herstellen. Der vorgezeigte Pfropfbastard (Tomate Lukullus + Kartoffel Industrie) bildet kräftige, über mannshohe Büsche, die Blüten sind weiß und ähneln in der Form mehr den Kartoffelblüten. Der Aufbau entspricht dem von *Solanum tubingense*, es handelt sich um eine Tomate mit Kartoffelepidermis.

Interessanter sind die Pfropfbastarde zwischen Tomate und *Solanum dulcamara*. Es wurden fünf verschiedene Formen vorgezeigt, die alle als äußerste Schicht *Solanum dulcamara* haben. Keine der Pflanzen, die zum Teil sehr kräftigen, über meterhohen Wuchs aufweisen, bildet normale Blüten aus. Die Blüten werden angelegt, kommen aber nicht zur Entwicklung. Der Vortragende ist auf Grund seiner Befunde der Ansicht, daß sich die Schichtungstheorie der Propfbastarde zwar für einzelne einfache Fälle aufrecht erhalten läßt, daß sie aber nicht in allen Fällen zutrifft.

Mitteilungen.

44. S. Nawaschin: Zellkerndimorphismus bei Galtonia candicans Des. und einigen verwandten Monokotylen.

(Mit Tafel VI.)

(Vortrag, gehalten in der Sitzung der Versammlung der Deutschen Naturforscher und Ärzte in Wien, 1913.)

(Eingegangen am 10. Mai 1927. Vorgetragen in der Maisitzung.)

Vor zwei Jahren unternahm ich Beobachtungen über die Kernteilung in den Zellen der Wurzelspitze von *Galtonia candicans*, in Anbetracht der Angaben von E. STRASBURGER, daß in den Kernplatten die homologen Chromosomen stets zu Paaren angeordnet sein sollen.

Bald gelangte ich zur Ansicht, daß „die paarweise Anordnung der gleichgroßen Chromosomen" bei *Galtonia* nur selten auftritt, und daß diese Erscheinung der Wahrscheinlichkeitsregel folgt: am häufigsten kommen namentlich Kernplatten vor, die die Mitte zwischen den Extremen halten, d. i. ungefähr die Hälfte der gesamten Zahl der möglichen Paare zeigen (S. NAWASCHIN, 1912)[1]).

Die Teilungsbilder an den Präparaten waren jedoch so schön und klar, daß ich mich entschloß, dieses Objekt eingehend zu studieren.

Bald fand ich bei meinen Studien eine konstante Besonderheit eines bestimmten Chromosomenpaares, die offenbar mehreren früheren Beobachtern nicht aufgefallen war.

Bekanntlich unterscheidet man unter 16 Chromosomen des diploiden *Galtonia*-Kerns 4 größte, 2 mittelgroße und 2 kleinere Chromosomenpaare. Nimmt man die Länge eines der kleineren Chromosomen als Einheit an, so kann die relative Länge der übrigen Chromosomen auch etwas genauer dargestellt werden, und zwar wie folgt:

3 größte Chromosomenpaare, A, B, C	5,0 — 5,5
1 etwas kürzeres Paar, D	4,0 — 4,5
1 mittelgroßes Paar, e	2,5
1 etwas kürzeres Paar, x	2,0
2 kleinste Paare, m	1,0.

1) Bull. de l'Acad. Imp. d. sc. St. Petersb. 1912.

Durch Messungen und sogar bloß ungefähres Abschätzen kann man in günstigeren Fällen das x-Chromosomenpaar in der Kernplatte leicht auffinden. Abgesehen von ihrer Größe, unterscheiden sich aber diese x-Chromosomen, wie ich mich davon überzeugen konnte, ganz konstant von den übrigen dadurch, daß sie je ein kleines Anhängsel tragen. Das letztere besteht aus einem rundlichen, winzigen Körnchen, das mit dem inneren (proximalen) Ende des Chromosoms vermittelst eines sehr feinen Fadens verbunden ist (Fig. 1—3).

Nach seinem Verhalten gegen verschiedene Konservierungs- bzw. Färbungsmittel zu urteilen, erscheint das fragliche Körnchen nicht minder chromatinreich, als das betreffende Chromosom selbst.

Angesichts dessen, daß die beiden in Rede stehenden Körperchen den betreffenden Chromosomen während der Kernteilung Schritt für Schritt folgen, zuweilen aber auch „in deren Schatten" oder „hinter ihrem Körper" scheinbar verschwinden können, will ich sie Trabanten oder Satellites nennen.

Den Trabanten darf dieselbe „Individualität" wie den „Autochromosomen" zugemessen werden; denn sie spalten sich frühzeitig in den Prophasen und teilen sich in der Metaphase, um während der Anaphase als Tochtertrabanten nach beiden entgegengesetzten Polen auseinander zu weichen.

Unter Umständen jedoch können die Trabanten mit ganz anderen Körperchen verwechselt werden, die im *Galtonia*-Kerne ebenfalls recht hübsch hervortreten. Diese Körperchen spielen ohne Zweifel eine bestimmte Rolle im Ansetzen der Spindelfasern an die Tochterchromosomen (bei der sogenannten „terminalen Anheftung", Fig. 4), und ich glaube dieselben vielleicht mit den „Leitkörperchen" identifizieren zu dürfen, beschrieben von METZNER beim tierischen Kerne. Meiner Ansicht nach stellt das Leitkörperchen im *Galtonia*-Kerne etwa die letzte „Chromiole" oder „Chromomere" der äußersten, inneren Spitze des Chromosoms dar (Fig. 1—3). In den Prophasen weicht dieses Körperchen merklich von der eigentlichen Chromosomspitze ab und scheint mit dieser vermittelst eines farblosen Zwischenstücks verbunden zu sein. Im ganzen sieht das meist längsgespaltene Chromosom dann aus wie mit einem Paar Fühlhörner versehen, so daß ich die letzteren Gebilde mit dem phantastischen Namen „Antennae" belegte (Fig. 5).

Nach einer spezifischen Behandlung (Fixierung mit Platinchlorid-Eisessig-Formol, der HERMANNschen Lösung, in der die Osmiumsäure durch Formalin ersetzt wird) färben sich die Leitkörperchen bei *Galtonia* sehr stark mit Eisenhämatoxylin,

während sich der ganze Körper des Chromosoms fast entfärben läßt oder höchstens zwei parallel geordnete Reihen von dunklen Körnchen, „Chromomeren", zeigt (Fig. 6a).

Obgleich die Größe eines Trabanten ungefähr dieselbe ist wie die eines Leitkörperchens, können diese und jene Gebilde in jedem Falle leicht voneinander unterschieden werden. An jeder gut differenzierten Kernplatte sieht man die beiden x-Chromosomen außer ihren Leitkörperchen auch mit je einem Trabanten versehen, während alle übrigen Chromosomen lediglich je ein knapp anliegendes Leitkörperchen führen (insbesondere Fig. 1).

Indem ich das Verhalten der Trabanten in den Wurzeln einer ganzen Anzahl *Galtonia*-Zwiebeln näher untersuchte, fiel es mir bald auf, daß sich diese Körper in einem und demselben Zellkerne ihrer Größe nach voneinander merklich unterscheiden können (Fig. 1, 2). Der eine von beiden Trabanten kann namentlich sehr winzig sein, so daß der Faden, woran er hängt, zuweilen auf den ersten Blick an seiner Spitze so gut wie leer erscheint. Nach dem aufmerksamen Betrachten gelingt es jedoch auch in solchen Fällen ein winziges schwarzes Körnchen — den Trabanten — zu entdecken.

Ein weiterer, höchst erstaunlicher Befund war es nun, daß sich dies Verhalten der Trabanten für jedes *Galtonia*-Individuum als vollkommen konstant erwies: d. h. daß die sämtlichen Wurzeln einer und derselben Zwiebel in ihren Zellkernen entweder gleichgroße ansehnliche (Fig. 2), oder ungleichgroße Trabanten, von welchen der eine bedeutend kleiner war, aufwiesen (Fig. 1, 3).

Dieses Ergebnis wurde von mir durch mühsame, wiederholte systematische Prüfung der sämtlichen untersuchten Zwiebeln jetzt außer jeden Zweifel gestellt. Ich nehme also als eine fest begründete Tatsache an, daß die, übrigens artgleichen Individuen von *Galtonia candicans*, bezüglich ihres Chromosomenbestandes zu zwei verschiedenen Rassen gehören: einer symmetrischen Rasse, deren Kerne gleichgroße Trabanten führen, und einer asymmetrischen, die durch geringere Größe eines von beiden Trabanten kenntlich ist.

Zunächst schien es mir zulässig, eine solche Art des Dimorphismus in gleicher Weise wie Blütendimorphismus, z. B. Heterostylie der Primeln und sonstiger blütendimorphen Pflanzenarten zu deuten: es sollten dann die entdeckten zwei Rassen von *Galtonia* mehr oder weniger selbststeril sein, und die Pflanzenart zur Fortpflanzung auf die reziproke Kreuzung allein angewiesen sein. Mit dieser Annahme stimmte ja gerade die Tatsache, daß in

den Kulturen nur zwei Rassen vorkommen; während, angenommen, daß die Samenbildung auch bei Inzucht in jeder Rasse vor sich gehe, es im Gegenteil unbedingt geschehen sollte, daß es eine dritte, und zwar symmetrische Rasse gebe, deren Kerne ein Paar kleinere Trabanten führen sollte. Wie oben erwähnt, wurde jedoch eine solche Rasse in meinen Kulturen tatsächlich stets vermißt. Daß dieselbe einfach nicht lebensfähig ist, schien mir zunächst unwahrscheinlich, da die *Galtonia*-Früchte stets einen vollen Samenertrag bringen und die Samen recht hohe Keimfähigkeit zeigen.

Infolge dieser Erwägungen habe ich notwendige Kulturversuche angestellt. Es wurden im Winter 5 Zwiebeln getrieben und deren Wurzeln gehörig fixiert. Die Untersuchung der letzteren zeigte mir in drei Fällen den asymmetrischen Chromosomenbestand und nur für eine Zwiebel den symmetrischen (die fünfte Zwiebel gab Wurzeln, die zu wenige Kernteilungsbilder enthielten).

Die sämtlichen Zwiebeln wurden alsdann in Töpfe gepflanzt und im Frühjahr im Garten weiter kultiviert. Eine davon ging zufällig zu Grunde, die übrigen aber, und zwar zwei von der asymmetrischen und eine von der symmetrischen Rasse, fingen recht frühzeitig an zu blühen, was mir die Bestäubungsversuche sehr vereinfachte; weil die übrigen im Garten befindlichen *Galtonia*-Pflanzen noch weit hinter den Versuchspflanzen in der Entwickelung zurückstanden.

Es wurde nach allen Vorsichtsmaßregeln die künstliche Bestäubung vorgenommen. Zur Kontrolle habe ich auch einige Blüten, zeitig kastriert, in Gazesäckchen unbestäubt bleiben lassen. Die Ergebnisse der Versuche waren nun die folgenden:

1. Die unbestäubten Blüten der beiden Rassen setzten gar nicht an.

2. Die mit den eigenen Pollen bestäubten Blüten der beiden Rassen setzten ausnahmslos und gut an, und zwar konnte der Pollen derselben Blüte sowohl wie der desselben Individuums zur Bestäubung mit dem besten Erfolg verwendet werden.

3. Die reifen Früchte der sämtlichen Versuchspflanzen enthielten in allen Fällen je 45—75 reife Samen, wobei die extremen Zahlen der Samen sowohl auf die autogam wie auf die durch Rassenkreuzung erzeugten Früchte fielen.

4. Die Anzahl von unentwickelten Samenanlagen in den Früchten war überhaupt gering und schwankend und schien durch mangelhafte künstliche Bestäubung verursacht zu sein.

Angesichts dieser klaren Tatsachen habe ich meine provisorische Deutung des Kerndimorphismus aufgeben müssen. Auf welche Weise die Erhaltung der Art bzw. der beiden Rassen unserer Pflanze bei der geschlechtlichen Fortpflanzung vor sich geht und dabei so reguliert wird, daß nur zwei von den möglichen dreien Rassen existenzfähig erscheinen, müssen nun die ferneren Untersuchungen der Keimlinge verschiedener Herkunft entscheiden.

Ich möchte jedoch vorläufig auf die Möglichkeit hindeuten, daß die dritte, bis jetzt vermißte Rasse (durch ein Paar kleinerer Trabanten charakterisiert) zwar nach Befruchtung angelegt wird, aber in den Kulturen nicht zur Entwickelung kommt, weil die betreffenden Keimlinge viel schwächer als die der beiden übrigen Rassen sind und frühzeitig absterben. Zum Teil ist dies ja bei der anderen symmetrischen Rasse, obgleich dieselbe in der Kultur stets vorkommt, auch der Fall. Die Anzahl der Individuen dieser symmetrischen Rasse (mit einem Paar größerer Trabanten im Kern) ist stets viel geringer im Vergleich mit der Anzahl der Individuen der asymmetrischen Rasse. Mit anderen Worten heißt dies, daß die asymmetrische Rasse eine größere Lebensfähigkeit zu besitzen scheint, so daß sie die beiden übrigen in unseren Kulturen, vielleicht aber auch in den natürlichen Populationen numerisch übertrifft, bzw. einigermaßen verdrängt.

Die Annahme einer größeren Lebensfähigkeit der Individuen der asymmetrischen Rasse scheint mir gut denkbar zu sein, und zwar aus dem Grunde, weil deren Individuen wohl als Heterozygoten anzusehen sind; in dem für diese Rasse charakteristischen Chromosomenbestand gibt es je ein Paar besonders beschaffener Chromosomen: das x_1-Chromosom mit dem größeren und das x_2-Chromosom mit dem kleineren Trabanten. Darum muß die asymmetrische Rasse auch als heterogametisch gelten, und es wäre dabei schwer einzusehen, warum die Verbindung der ungleichen Gameten, — wenn auch vom selben Stock, — zu einem anderen Resultate führen sollte als zu demjenigen, welches eine gewöhnliche Kreuzung zwischen zweien gametisch verschiedenen Individuen hervorbringt.

Das in Rede stehende Resultat ist die höhere Lebensfähigkeit der Individuen der asymmetrischen Rasse, die diese Eigentümlichkeit mit jenen Rassenhybriden teilen, die bekanntlich die kräftigeren Elemente mancher Kulturen und natürlicher Populationen darstellen.

Nun war es ferner für mich außerordentlich wichtig, den ganzen Umwandlungszyklus der Trabanten in verschiedenen Organen der Pflanze, besonders aber in den reproduktiven zu verfolgen. Dabei gelangte ich zu weiteren, zum Teil überraschenden Resultaten.

Je mehr wir uns von den meristematischen Teilen der primären Wurzel entfernen, desto dichter scheinen die Trabanten mit ihren „Autochromosomen“ zusammenzuhängen, d. h. desto kürzer wird der Verbindungsfaden, an dem der Trabant hängt. Zuletzt, in den reifen Organen, sieht man in den Metaphasen der Kernteilung keine Trabanten mehr: sie sind mit ihren Autochromosomen so gut wie gänzlich verschmolzen. Die Trabanten behalten dennoch fortwährend ihre Existenz, denn sie sind auch in dieser Entwickelungsperiode der Organe während früherer Kernteilungsphasen ausgezeichnet kenntlich: sie sind, wie es in den meristematischen Geweben auch der Fall ist, in reiferen Spiremen dem Nucleolus angelagert, ein Verhalten, das sich ungemein klar bei *Galtonia* an den verschieden gefärbten Präparaten offenbart, wenn man zur Konservierung die schon früher erwähnten Platinchloridessigformol- oder Chromessigformolmischungen verwendet (Fig. 7 a, b). Der Nucleolus läßt sich an solchen Präparaten fast völlig entfärben (Eisenhämatoxylin-Färbung), während die Chromosomen und Trabanten tief gefärbt bleiben; die letzteren zeichnen sich dabei außerordentlich scharf von dem farblosen Nucleolus ab (Fig. 6 b). Wie die Chromosomen, so sind auch die Trabanten in solchen Spiremen bereits längsgespalten und zeigen bald eine bisquitförmige, bald herzförmige Gestalt, oder sie sehen sogar hantelförmig aus, natürlich je nach ihrer Lage zum Beobachter; sonst erkennt man diese Gebilde in Form kleiner, mehr oder weniger runder Körnchen, stets jedoch in derselben Zahl und Größe, welche der betreffenden Rasse entspricht: als ein paar gleichgroße Körperchen im Falle der symmetrischen Rasse, oder merklich ungleich groß im Falle der asymmetrischen Rasse.

Ich hatte mehrmals Gelegenheit, mich davon zu überzeugen, daß die fraglichen, am Nucleolus haftenden Gebilde wirklich mit den in der Metaphase sichtbaren Trabanten identisch sind. In den tetraploiden Kernen namentlich, welche gar nicht selten in den ganz normalen Wurzelspitzen von *Galtonia* vorkommen, habe ich mehrmals schöne Spireme gefunden, deren Chromosomen sich leicht zählen ließen und dazu schöne Bilder des Verhaltens der Trabanten zeigten: in den Wurzelspitzen des Individuums einer asymmetrischen Rasse wurden dabei stets vier, ein paar größere und ein paar kleinere, dem Nucleolus anhaftende Trabanten entdeckt (Fig. 5).

Im Parenchym der älteren Teile der Wurzelspitze findet man bekanntlich mehrere tetraploide Zellen, die an ihrer Größe leicht kenntlich sind (B. NEMEZ). Diesmal fand ich dieselben vier

Trabanten in den ruhenden Kernen, gleich denjenigen in prophatischen Kernen an dem Nucleolus dicht angelagert (Fig. 8). Dasselbe gilt auch für die Tapetenzellen, die bekanntlich im Alter regelmäßig tetraploide Kerne bilden.

Besonders erwähnenswert erscheinen mir aber die wunderbaren Bilder, die ich in meinen Präparaten einige Male fand, wo die beiden x-Chromosomen in späteren Spiremen gerade im Begriff waren, ihre Trabanten vom Nucleolus abzuholen, nachdem sie mit demselben bereits in Verbindung getreten waren. Die beiden x-Chromosomen lagen dabei ganz in der Nähe des Nucleolus, demselben ihr vorderes (proximales) Ende zukehrend. Meistens sah ich das eine oder die beiden x-Chromosomen mit je einem Trabanten bereits vermittelst eines Fadens verbunden (Fig. 7b); einmal aber gelang es mir sogar, das Bild zu treffen, wo das eine x-Chromosom mit dem näher liegenden Trabanten bereits in Verbindung getreten war, während das andere noch den leeren Faden trug, welch letzterer mit einem winzigen schwarzen Tröpfchen endigte. Das Benehmen dieses Chromosoms machte den Eindruck, als ob es den Trabanten aufsuchen und fangen, gleichsam angeln wollte (Fig. 9).

Diese Tatsachen beweisen meiner Ansicht nach, daß den Chromosomen auch manche autonome Vorgänge bzw. Fähigkeiten innewohnen, deren Grund vielleicht in einer hohen Stufe der Kompliziertheit der Organisation des Chromosoms zu suchen ist; in der Tat läßt sich das geschilderte Benehmen — das des x-Chromosoms insbesondere — mit solchen Vorgängen vergleichen, die selbständigen, belebten Mikroorganismen eigen sind. Jedenfalls stehen diese Tatsachen mit der Vorstellung, daß das Chromosom etwa ein halbflüssiger Kristall oder eine Portion homogener zähflüssiger Substanz sei, im schroffen Widerspruch.

Während der Reduktionsteilung sind die Trabanten nicht zu sehen, was ich dadurch erklären zu dürfen glaube, daß sie mit den betreffenden x-Chromosomen in der Metaphase verschmelzen. Das war auch zu erwarten, weil sich nach dem schon früher gesagten die Trabanten der somatischen Zellen in den reifen differenzierten Geweben nur in den Prophasen entdecken lassen.

Die Trabanten tauchen jedoch in den Kernteilungsbildern in den reifenden Pollenkörnern wieder auf, dabei noch auf prägnantere Weise, als es in somatischen Zellen der Fall ist. Die Chromosomen des primären Kerns des Pollenkorns sind gegenüber denen der meristematischen Kerne absolut etwas größer, weisen jedoch dieselben Größenverhältnisse auf, so daß wir die früheren, uns be-

kannten Chromosometypen A, B, C, e, x und m auch im reduzierten, haploiden Kerne leicht wiedererkennen. Natürlich fand ich, wie es zu erwarten war, in jedem Pollenkorn in der Metaphase der Teilung des primären Kerns nur einen einzigen Trabanten, der stets mit dem betreffenden x-Chromosom verbunden war (Fig. 10a, b). In den Antheren der Pflanzen der asymmetrischen Rasse fand ich, wie es auch zu erwarten war, in einigen Pollenkörnern das x-Chromosom mit dem kleineren, in anderen dagegen mit dem merklich größeren Trabanten in Verbindung. Die Pollenkörner jeder Tetrade müssen also verschieden sein, und zwar muß das eine Paar die kleineren, das andere die größeren Trabanten führen. Leider wollte mir das Vergleichen der Pollenkörner in den Antheren der symmetrischen Rasse nicht gelingen.

Auf Grund der geschilderten Tatsachen glaube ich behaupten zu dürfen, daß eine von den beiden Rassen der „kerndimorphen Pflanzenart" *Galtonia candicans*, und zwar die asymmetrische Rasse, zugleich als heterogametische angesehen werden muß. Es ist klar, daß die betreffenden Individuen dieselben Verhältnisse bei der Bildung der Gameten aufweisen, welche das männliche heterogametische Geschlecht in manchen Tierarten charakterisieren. Wie sich in dieser Beziehung die symmetrische Rasse verhält, auf welche Weise sich die weiblichen Gameten ausbilden, nach welchen Regeln die beiden Rassen vererbt werden —, diese Fragen können erst durch die künftigen Untersuchungen beantwortet werden.

Es erhebt sich auch die Frage, wie weit ist der Kerndimorphismus unter den Samenpflanzen verbreitet?

Wider Erwarten bin ich bei der Lösung dieser Frage sehr glücklich gewesen, da sich die erste von mir untersuchte Pflanzenart aus dem Verwandtschaftskreise von *Galtonia* auch kerndimorph erwies. Dies war das in unseren Gärten gemeine *Muscari tenuiflorum* Tsch.

Mehrere untersuchte Zwiebeln dieser Pflanze zeigten mir in ihren Wurzelspitzen asymmetrisch gebaute Kerne. Das eine von den vier längeren Chromosomen trug stets ein Anhängsel, das sich ganz ähnlich dem Trabanten von *Galtonia* verhielt, nur mit dem Unterschied, daß der Trabant hier nicht am proximalen Ende des Chromosoms, sondern an dessen distalem Ende hing (Fig. 11).

Der obigen Darstellung der Verhältnisse bei *Galtonia* gemäß schien es mir kaum wahrscheinlich, daß allein die asymmetrische Rasse innerhalb der sich geschlechtlich vermehrenden Art von *Muscari* existiere; denn eine solche würde in ihren Descendenten sofort sich spalten. Deshalb veranlaßte ich Frl. DOROSCHENKO, die theoretisch verlangte symmetrische Rasse aufzuspüren,

die sich vermutlich durch gleichgroße Trabanten, je einen an den beiden homologen Chromosomen, auszeichnen sollte. Nach einem längeren Suchen wurde die erwartete Rasse in der Tat aufgefunden, indem eine einzige Zwiebel getroffen wurde, deren sämtliche Wurzeln in ihren Zellkernen ein Paar identische Trabanten zeigten, die die betreffenden homologen Chromosomen schmückten (Fig. 11).

An den Präparaten von Frl. DOROSCHENKO konnte ich feststellen, daß das Verhalten der Trabanten bei *Muscari* auch in den Prophasen der Kernteilung dem bei *Galtonia* entdeckten vollkommen analog ist: die Trabanten sind auch bei *Muscari* — in diesem Falle bei dem Individuum der symmetrischen Rasse — zwei an der Zahl und vollkommen gleichgroß, dem Nucleolus des prophatischen Kerns (späteres Spirem) angelagert.

Nach CLEMENS MÜLLERs Angaben soll es in dem diploiden Kerne von *Najas major* Rth. ein Paar winzige Chromosomen geben, die sich zuweilen einem größeren Chromosom vermittelst eines Fadens anheften. Der Verfasser äußert darüber seine Meinung mit folgenden Worten: „Ich lege der Erscheinung keinen besonderen Wert bei, da das Anheften ganz unregelmäßig stattfindet oder auch ganz unterbleiben kann.“ Dieser Meinung kann ich nicht beistimmen, da mein Schüler, Student d. Ph. ŽERNOJAROV, der die Kernteilung bei *Najas major* auf meine Veranlassung studierte, im Gegenteil fand, daß die fraglichen kleinsten Chromosomen ganz beständig ein bestimmtes Paar längerer Chromosomen begleiten, an deren proximalen Enden sie stets mittelst feinerer Fäden als Trabanten angeheftet sind. Des ferneren zeigen die kleinsten Chromosomen von *Najas* insofern Analogie mit den Trabanten bei *Galtonia*, als sie während der Reduktionsteilung unsichtbar werden, d. i. allem Anschein nach gleich den *Galtonia*-Trabanten mit den betreffenden Autochromosomen verschmelzen.

Der Fall der *Najas* ist deshalb von einer hervorragenden Bedeutung, weil diese Pflanzenart getrenntgeschlechtlich ist. Die Untersuchungen von ŽERNOJAROV zeigten jedoch, daß sowohl die männlichen als auch die weiblichen *Najas*-Pflänzchen einer und derselben Rasse, namentlich der symmetrischen, durch ein Paar gleichgroßer Trabanten zu charakterisierenden, angehören, d. h. homogametisch sind.

Ich eile jetzt zum Schlusse meines Vortrages und möchte nur noch die Frage berühren, was für Gebilde die uns beschäftigenden Trabanten sein sollen, und was für eine Bedeutung denselben zugemessen werden dürfte?

Die erste Frage ist meiner Ansicht nach sofort zu beantworten, und zwar kaum anders, als daß wir in den fraglichen Gebilden nur einen neuen Beleg für die vollste Analogie zwischen dem pflanzlichen und dem tierischen Kerne vor uns haben; denn die Trabanten, wie ich diese Körper nach dem Vorbilde der astronomischen Satelliten vorläufig bezeichnete, bieten offenbar die bei den Tieren längst bekannten, bei den Pflanzen aber bis jetzt vermißten Heterochromosomen dar. In der Tat deckt sich in den wesentlichsten Zügen das Verhalten der Trabanten bei den untersuchten Pflanzen mit dem der betreffenden Chromosomen gewisser Insekten, und zwar das Verhalten der *Galtonia*-Trabanten mit dem der beiden ungleich großen Idiochromosomen x, y bei *Lygaeus*; das der *Muscari*-Trabanten mit dem Verhalten des Monosoms x bei *Protenor* und schließlich das der Trabanten bei *Najas* mit dem der gleichgroßen Idiochromosomen bei *Nezara*.

Der Unterschied zwischen den Verhältnissen bei den erwähnten Pflanzen und den Insekten besteht aber merkwürdiger Weise darin, daß die beiden zwittrigen Pflanzenarten, *Galtonia* und *Muscari*, kerndimorph sind, d. i. durch je zwei Rassen vertreten sind, während bei der getrenntgeschlechtlichen Art, *Najas major*, soweit die Beobachtungen reichen, beide Geschlechter bei einer und derselben Rasse vorkommen. Daraus ist in bezug auf die Bedeutung der Trabanten unausweichlich der Schluß zu ziehen, daß die Idiochromosomen (oder die Trabanten) bei den Pflanzen in keiner Beziehung zur Geschlechtsbestimmung stehen, so daß die sichere Analogie dieser Gebilde mit den tierischen Idiochromosomen vielleicht von einem anderen Gesichtspunkte aus erklärt werden muß.

Erinnern wir uns namentlich daran, daß die beiden uns hier beschäftigenden, soweit voneinander entfernten Gruppen von lebendigen Wesen, wie gewisse Monokotylen und Insekten, gerade die berühmtesten Objekte darbieten, welche nicht nur die Heterochromosomen, sondern überhaupt die nach ihrer Gestalt und Größe verschiedenartigen Chromosomen in besonders deutlicher Weise hervortreten lassen. Nach dieser Erwägung wird für die Vermutung Raum offen, daß sowohl die ungerade Zahl der Chromosomen, wie überhaupt der asymmetrische Chromosomenbestand eben auf dieser Vielgestaltigkeit der Chromosomen beruhen, wie eine solche in den Kernen der fraglichen Pflanzen- und Tiergruppen deutlich zu Tage tritt.

Es unterliegt nun kaum einem Zweifel, daß die hoch differenzierten Chromosomenbestände in beiden Gruppen infolge eines vorzeitlichen, wesentlich ähnlichen Umbau- bzw. Abbauvorgangs

(HAECKER) entstanden sind, indem die einzelnen Chromosomenpaare (Homologa) auf gleiche Weise umgeformt wurden. Es ist dabei kaum denkbar, daß der postulierte Vorgang für die sämtlichen Rassen- oder sogar Species-Individuen beständig im selben Tempo fortgeschritten ist, insbesondere aber, als derselbe in der Kulmination gewesen war. Folglich könnten auch nahe verwandte, allein in ihrem Chromosomenbestand abweichende Rassen entstehen, die sich untereinander eventuell kreuzten.

Darin liegen meines Erachtens die wahrscheinlichsten Gründe zur Erklärung, auf welche Art und Weise auch manche Pflanzen- und Tierarten entstanden, deren Zellkerne asymmetrisch gebaut sind, d. i. entweder eine ungerade Zahl der Chromosomen zeigen oder ein Paar Homologa in sich führen, die ihrer Größe nach von einander abweichen.

Nach HAECKERs Vorstellung sind Hetero- oder Idiochromosomen bei den Tieren überhaupt im Abbau begriffene Kernelemente. Noch besser trifft diese Vorstellung die Trabanten des pflanzlichen Kerns, da diese Gebilde in der Tat die kleinsten unter den überhaupt bekannten Chromosomen darstellen, die außerdem kein autonomes Wesen haben: sie bleiben während ihres Reifens länger als ihre Genossen an den Nucleolus gebunden und werden aus dieser Lage passiv von den betreffenden Chromosomen abgeholt, um alsdann den letzteren, an sie gebunden, rein mechanisch zu folgen.

Was die Trabanten vom Wesen der echten Chromosomen behalten, ist allein das autonome Vermögen sich zu teilen: denn sie spalten sich ganz deutlich in zwei, gleich den übrigen Chromosomen bereits in späteren Prophasen, noch immer am Nucleolus haftend, und teilen sich in der Metaphase in je zwei Tochtertrabanten. Darauf werden die Tochtertrabanten wieder unselbständige Gebilde, indem sie von den betreffenden Chromosomen nach beiden Polen passiv mitgeschleppt werden.

So viel also über die Kernmorphologie der kerndimorphen Pflanzenarten. Wenden wir uns nun zur vermutlichen Funktion des Kernapparates eines solchen Wesens.

Wie schon angedeutet wurde, stelle ich mir vor, daß eine kerndimorphe Pflanzenart infolge der Kreuzung zweier, ihrem Chromosomenbestand nach verschiedener Rassen, — und zwar in unserem Falle speziell durch die Verbindung der Rasse mit größeren und der mit kleineren Trabanten, — entstehen könnte. Das primäre Verhalten der hybriden F_1- und F_2-Generation wäre mutmaßlich der Art, daß drei Rassen entstünden, unter denen die asymmetrische

Rasse nach ihrer Kernkonstitution mit F_1 identisch, auch manche vorteilhafte Eigenschaften der Hybriden zwischen nahe verwandten Rassen (z. B. Schnellwüchsigkeit, frühe Blütenreife, starke Vermehrungsfähigkeit u. dergl.) behielte, während die beiden symmetrischen Rassen, mit den homozygotischen Eltern identisch, der ersteren in dieser Beziehung nachstünden.

Nach dieser Erwägung will mir das Verhalten der beiden untersuchten kerndimorphen Pflanzenarten, *Galtonia candicans* und *Muscari tenuiflorum*, wenigstens einigermaßen verständlich scheinen. Die Frage bleibt noch freilich offen, wie sich die bis jetzt nur in Kultur beobachteten Pflanzen an ihren natürlichen Wohnstätten verhalten mögen? Ich möchte voraussetzen, daß in den natürlichen Populationen die asymmetrische Rasse noch entschiedener prävalieren muß, weil die beiden schwächeren symmetrischen Rassen, in den künstlichen Kulturen erzogen, ihrem Schicksal leichter ausweichen, wofür der Züchter die Sorge unbewußt trägt. Bemerkenswert ist jedenfalls die Tatsache, daß ich für *Muscari tenuiflorum*, eine Pflanze, die auf den Rasenplätzen des Botanischen Gartens zu Kiew verwildert zu gedeihen pflegt, wie oben erwähnt, fast ausschließlich die asymmetrische Rasse vorfand. Möglicherweise wird die Zuchtwahl im Freien auch durch den ungeschlechtlichen Fortpflanzungsmodus bewirkt oder sogar gesteigert. Das schließt unsere Vermutung jedoch nicht im mindesten aus, denn diese soll eben die stärkere vegetative Vermehrungsfähigkeit der asymmetrischen Rasse im allgemeinen erklären.

Ich sehe also den Kernapparat der asymmetrischen Rasse — und zwar in bezug auf seine beinahe infinitesimalen Elemente, die Trabanten — als Mechanismus an, der in gleicher Weise wie die unzähligen leicht sichtbaren Blütenanpassungen bei den Pflanzen zur selben Endabsicht führt, er sichert, jede obligatorische Kreuzung vermeidend, beständig eine stärkere, lebensfähigere Deszendenz.

In dem extremen Falle, wo die asymmetrische Rasse fast ausschließlich (wie z. B. bei *Muscari*) vorkommt, wirkt der Kernapparat gleichsam als automatische Einrichtung zur Erzeugung sämtlicher drei Rassen, unter welchen jedoch die asymmetrische Rasse die beiden übrigen überlebt. Das Eingehen der letzteren stellt also in der Balance der Pflanzenart den Betrag dar, wodurch die Deszendenz qualitativ gewinnt. Ein solches Opfer ist keinesfalls für etwas absonderliches zu halten, denn bei der anderen Alternative, namentlich bei der diözischen *Najas*, wo die obligatorische Kreuzung das nämliche Ziel verfolgt, geschieht gerade das-

selbe Opfer unvermeidlich, indem nur ungefähr die Hälfte der Individuenzahl (natürlich, wie sonst bei den Diözisten), nämlich die weiblichen Pflanzen Keime erzeugen, während die männlichen zur Vermehrung unmittelbar nicht beitragen. Im Haushalte der Natur verlangt jeder Gewinn auch ein Opfer.

Es wollte mir bis jetzt nicht gelingen, jeweilige morphologische Unterschiede zwischen den beiden Rassen der untersuchten kerndimorphen Pflanzenarten festzustellen. Es ist kaum zu zweifeln, daß eine ganze Summe innerer Eigenschaften hier im Spiele sind, welche die größere Lebensfähigkeit der asymmetrischen Rasse bedingen bzw. durch die Kombination der Kernelemente vererbt werden. Einstweilen ist es, wie bei jeglicher Hypothese, abzuwarten, bis die von mir kurz dargestellte Erscheinung an möglichst vielen Objekten, d. i. bei mehreren ökologisch verschiedenen Pflanzen wieder gefunden und näher untersucht worden sein wird. Das, was ich mir in diesem Vortrage zu äußern erlaubte, möge jedoch den sich Interessierenden zeigen, daß es sich hier nicht bloß um neue kleinliche Details der Kernstruktur handelt, sondern vielleicht um eine von den vielen denkbaren inneren Ursachen der Isolation einer mutierenden Rasse.

Die in Rede stehende Rasse von *Muscari tenuiflorum* dürfte wohl, wäre ihr heterozygozisches Wesen zytologisch nicht eruirt, für eine gewöhnliche konstante Art gelten. Nun wissen wir, daß die Individuen dieser Rasse in der Deszendenz spalten müssen, daß jedoch die dabei erzeugten beiden homozygotischen Rassen so gut wie restlos eliminiert werden. Wir können also behaupten, daß die letzteren Rassen mit den beiden elterlichen Rassen unseres Bastards identisch seien. Man dürfte daher den letzteren wohl auch eine elternlose Waise oder einen Waisenbastard nennen.

Figurenerklärung der Tafel VI.

Alle Abbildungen, außer 10 und 11, wurden mit der Ölimmers. ZEISS A. 2 mm, Komp. Ok. 18 und ABBEschen Zeichenapparate gezeichnet.

Fig. 1. Kernplatte aus dem Querschnitte der Wurzelspitze der asymmetrischen *Galtonia*-Rasse. Die Trabanten, den beiden x-Chromosomen angehörend, sind ungleich groß, dabei in Spaltung begriffen (wie die Chromosomen selbst), was jedoch allein der größere Trabant (b. d. x_1-Chromos.) deutlich zeigt. Zu beachten ist der wesentliche Unterschied zwischen den beiden x-Chromosomen und ihren übrigen Geschwistern: jedes Chromosom trägt das „Köpfchen“, die beiden x-Chromosomen außerdem noch je einen Trabanten. Fixiert mit „Mittel-Flemming“, daher sind die Chromosomen äußerst schlank und die Köpfchen besonders deutlich.

Fig. 2. Desgleichen — für die symmetrische Rasse: die beiden gleichgroßen undeutlich gespaltenen Trabanten zeigend. Fixiert mit Chromessigformol: die Chromosomen ziemlich stark aufgequollen, die Köpfchen weniger deutlich sichtbar.

Fig. 3. Desgleichen, — asymmetrische Rasse: die Trabanten deutlich ungleich, der kleinere in Spaltung. Fixiert mit Platinchlorid-Essig-Formol, die Chromosomen nur oberflächlich gefärbt; die Köpfchen und Trabanten sind im Gegenteil sehr tief gefärbt.

Fig. 4. Teil der Metaphase des primären Zellkerns des Pollenkorns von *Galtonia*, die subterminale Anheftung der Faserbündel zeigend.

Fig. 5. Nucleolus nebst einem Paar Chromosomen mit sehr deutlich sich abhebenden Köpfchen („Leitkörperchen"?) an ihren proximalen Enden. Aus einem tetraploiden *Galtonia*-Zellkern: ein Paar größere und ein Paar kleinere Trabanten sind zu sehen (asymmetrische Rasse).

Fig. 6. Fixiert mit Platinchl.-Essig-Formol. a = proximales Ende der entfärbten Chromosomen nebst dem Nucleolus; b = übriger Teil desselben Nucleolus (an dem nächstfolgenden Schnitte derselben Serie), die beiden Trabanten, von denen der kleinere gespalten ist, zeigend.

Fig. 7. Zwei Spireme aus dem Parenchym der jüngeren Blütenorgane: a ♂ = aus der Wandung des jungen Staubbeutels (symmetrische *Galtonia*-Rasse); b ♀ = aus dem Integument der jungen Samenanlage (asymmetrische Rasse). Zu beachten die entsprechenden Trabantenverhältnisse.

Fig. 8. Ruhender Kern aus einer tetraploiden Zelle des älteren Parenchym der Wurzelspitze (asymmetrische *Galtonia*-Rasse): ein Paar größere und ein Paar kleinere Trabanten sind zu sehen.

Fig. 9. Nucleolus aus einem reifen Spirem nebst beiden x-Chromosomen: das eine ist bereits mit dem betreffenden Trabanten durch den Faden verbunden; das andere trägt einstweilen den leeren Faden (asymmetrische *G.*-Rasse).

Fig. 10. Zwei Kernteilungsfiguren aus dem reifenden *Galtonia*-Pollenkorn, a = Metaphase: Köpfchen der sämtlichen Chromosomen und einziger Trabant bei dem x-Chromos. deutlich zu sehen; b = Anaphase, die beiden Tochtertrabanten sind an den x-Chromosomen kenntlich.

Fig. 11. *Muscari tenuiflorum*: a = asymmetrische Rasse, Anaphase; $\mu\mu$ = zwei Tochtertrabanten, das eine Paar Tochterchromosomen begleitend; b = desgleichen, symmetrische Rasse, zwei Paar Tochtertrabanten, den beiden Paaren x-Tochterchromosomen entsprechend.

---

45. W. G. Alexandrov: Versuch einer quantitativ-anatomischen Charakteristik der Grundsorten von Weinreben Kachetiens.

(Eingegangen am 5. Juni 1927. Vorgetragen in der Junisitzung.)

Eine der Tagesfragen in bezug auf den Weinbau in Grusien ist die ampelographische Beschreibung der einheimischen Sorten der Weinrebe. Bei den ampelographischen Untersuchungen werden eine Reihe von Merkmalen, größtenteils von äußerem morphologischen Charakter, benutzt, z. B. die Form und Größe der Traube, die Umrisse der Blattränder usw. Jedes dieser Merkmale variiert sehr stark, wovon man sich leicht überzeugen kann, wenn man sich den Habitus der Weinrebe in den Weingärten genauer betrachtet. Besonders schwer ist es, einzelne Formen irgendeiner Sorte zu unterscheiden. Es existieren eine Reihe von Beobachtungen, welche überzeugen, daß die Umrisse der Blattränder ein nicht genügendes Merkmal sind. MOLLIARD (1) z. B. bewies, daß bei Änderung der Ernährungsbedingungen der Pflanzen die ausgezackten Blätter ganzrandig werden. Gleichwohl dient der Charakter und der Grad der Auszackung des Blattes oft, wie bekannt, in der Ampelographie als Basis für die Unterscheidung der Sorten. Natürlich benutzt man in der Ampelographie einen Komplex von Merkmalen und leitet aus der Gesamtheit der Kombinationen die Diagnose der Sorte oder Form ab. Man muß noch hinzufügen, daß alle Merkmale, mit denen man in der Ampelographie zu tun hat, rein qualitativen Charakters sind. Diese Merkmale verlangen vor allem lange Beschreibungen, bei deren Wiedergabe es beinahe unmöglich ist, subjektiv zu bleiben. Ganz objektiv sind nur die Untersuchungen, welche mit quantitativen Methoden arbeiten. Die recht umfangreiche Anwendung der quantitativ-anatomischen Methoden bei den Arbeiten im Physiologischen Laboratorium des Tifliser Botanischen Gartens ermöglichten, eine Vergleichung der Blattstruktur der Grundsorten der Weinreben Kachetiens auszuführen, welche die sogenannten anatomischen Koeffizienten der Blätter definieren (2).

Am meisten verbreitet und ertragreich sind in Kachetien drei Sorten: *Saperavi*, *Rkaziteli* und *Mzvane*. Natürlich sind diese drei

Sorten auch ohne quantitativ-anatomische Charakteristik sehr gut voneinander zu unterscheiden. Jedoch eignen sich solche gut zu unterscheidenden Sorten am besten für die Prüfung des Grades der Anwendbarkeit dieser Methode. Die Anatomie war von jeher eine wertvolle Beihilfe auf dem Gebiete der Systematik. Die quantitativ-anatomische Methode ist eigentlich die Methode der mikroskopischen Biometrie. Die Biometrie hat eine sehr weite Anwendung in einigen systematischen Arbeiten gefunden, z. B. zur Charakteristik der einen oder anderen Art mit allen ihren Variationen, zur Feststellung der Variationskurve der Art.

Die Aufgaben unserer Untersuchung sind sehr beschränkt. Es wurde ins Auge gefaßt, bei bestimmt ausgeprägten Sorten die Anwendbarkeit der quantitativ-anatomischen Methoden für verschiedene Sorten überhaupt zu prüfen. Zu den quantitativ-anatomischen Bestimmungen wurden Blätter gewählt. Das Material wurde in dem Weingarten der Kachetiner Versuchsstation folgendermaßen gesammelt: In der ersten Julihälfte (der 4. Vegetationsperiode der Weinrebe, siehe BARBERON (3)), dann Ende August (5. Periode) und Ende September—Anfang Oktober (6. Periode) wurden aus den Blättern mit dem Pfropfenbohrer Scheiben von 8 mm Durchmesser ausgestanzt, in 95 proz. Alkohol fixiert und hierin bis zur Untersuchung aufbewahrt. Die Scheiben wurden aus der Mitte des Blattes an solchen Stellen, wo sich keine starken Adern befinden, ausgeschnitten. Jedesmal wurde das Material von nicht weniger als 5 Trieben gesammelt. Von jedem Triebe wurden 3 Blätter benutzt: das untere an der Basis des Triebes (1. Stockwerk), das in der Mitte des Triebes gelegene Blatt (2. Stockwerk) und eines der Blätter von der Spitze des Triebes (3. Stockwerk). Im Juli befanden sich an den Trieben im Durchschnitt 20—25 Blätter. Die meisten von ihnen waren zu dieser Zeit vollständig entwickelt. Zur Untersuchung wurden ausgewählt im 1. Stockwerk das 1. und 3. Blatt, von der Basis des Triebes gerechnet, im 2. Stockwerk das 8. und 9. Blatt und im 3. Stockwerk das 16.—18. Blatt. Folglich wurden Blätter der unteren, mittleren und oberen Zone des Triebes gesammelt. Dieses war notwendig, um den Durchschnitt der ausweisbaren realen Beziehung zueinander zu erhalten. Schon SALENSKY (4) wies darauf hin, daß die anatomische Struktur der Blätter in verschiedener Entfernung von der Basis des Triebes quantitativ verschieden ist.

Aus der Hälfte der gesammelten Scheiben wurden Querschnitte ausgeführt zur Bestimmung der Blattdicke, der Dicke beider Epidermen und der Höhe der Palisadenzellen. Die andere

Hälfte wurde in Chloralhydrat entfärbt (durchsichtig gemacht) zur Berechnung und Ausmessung der Spaltöffnungen und Palisadenzellen. Die Blätter der Kachetiner Sorten besitzen bloß auf der Unterseite Spaltöffnungen. Die Blätter dieser Sorten entfärbten sich nicht in der gewöhnlichen Lösung von Chloralhydrat, welche STRASBURGER (5) vorschlug: 8 Teile Chloralhydrat und 5 Teile Wasser. Nach Versuchen mit entfärbenden Mitteln gelang es folgende Kombination festzustellen: Die Blattstückchen wurden zuerst auf einige Zeit in frisch bereitetes Eau de Javelle gelegt und blieben hier solange liegen, bis sie weißliche Färbung annahmen. In dem frisch bereiteten Reagens vollzieht sich dieser Prozeß im Laufe einer Stunde, in solchem, das einige Zeit gestanden hat, verzögert sich der Entfärbungsprozeß, und zwar desto mehr, je älter das Reagens ist. Die entfärbten Stückchen werden nachher in die von STRASBURGER vorgeschlagene Chloralhydratlösung gelegt. Bisweilen genügt es, die mit Eau de Javelle behandelten Blattstückchen in Chloralhydrat zwei Stunden liegen zu lassen, damit die vollständige Entfärbung eintritt. Die Entfärbung ist vollständig und stört die Struktur des Blattes nicht im geringsten. Es wurden Rezepte sehr verschiedener Entfärbungsmittel versucht: Chloralhydrat mit Salzsäure, Phenol, Ammoniak, Kreosot u. a., — die Entfärbung trat nicht ein. Auf diese eigentümliche Widerstandsfähigkeit des Zellinhaltes der Weintraubenblätter muß man die Aufmerksamkeit richten.

An jedem Querschnitt und entfärbten Blattstückchen wurden je 20 Berechnungen und Ausmessungen der entsprechenden Elemente ausgeführt. Wie schon oben erwähnt, wurde das Material von 5 Trieben jeder Sorte gesammelt. Von jedem Triebe wurden je 3 Blätter aus 3 Zonen benutzt. Folglich ist jede Ziffer der angeführten Tabellen das Mittel von 300 Bestimmungen.

Gehen wir zu der Beschreibung der Untersuchungsresultate über! Die Zahlen der Tabellen erhielten wir mit Hilfe der Teilungen des Mikrometerokulars Nr. 2 und des Objektivs Reichert 7a. Sie sind die Resultate der ausgeführten Messungen. Die Zahl der Spaltöffnungen wurde im Gesichtsfelde derselben Systeme des Mikroskopes bestimmt. Die Zahl der Palisadenzellen wurde mit Hilfe des Okulars Reichert Nr. 2, in welchem ein Netzokularmikrometer eingesetzt wurde, und des Objektivs 7a bestimmt. Die lineare Vergrößerung unserer Tabellen wurde in Mikra angeführt. Die Zahl der Spaltöffnungen und Palisadenzellen wurden auf 1 qmm der Blattoberfläche berechnet.

Betrachten wir Tabelle 1.

Tab. 1. Die Dicke (Höhe) der Blattelemente der Weinrebe in Mikra.

		Blatt-dicke	Obere Epi-dermis	Untere Epi-dermis	Pali-saden-gewebe	Verhältn. Palisad.-Gewebe / Blattdicke
IV. Periode	*Saperavi*	166	16	22	50	30
	Rkaziteli	180	19	18	63	35
	Mzvane	180	17	17	67	37
V. Periode	*Saperavi*	174	19	23	55	32
	Rkaziteli	182	18	17	63	35
	Mzvane	173	15	16	64	37
VI. Periode	*Saperavi*	176	19	25	56	32
	Rkaziteli	160	18	17	52	33
	Mzvane	183	17	16	68	37
Mittel von 3 Perioden	*Saperavi*	172	18	23	54	31
	Rkaziteli	174	18	17	60	34
	Mzvane	179	16	16	66	37

Aus den Tabellen ist zu ersehen, daß das Blatt von *Saperavi* nur in der 4. Periode das dünnste ist. In der 5. Periode ist die Blattdicke dieser Sorte der Blattdicke von *Mzvane* gleich. In der 4. Periode ist die Blattdicke bei *Rkaziteli* und *Mzvane* einander gleich. In der 5. Periode findet man das dickste Blatt bei *Rkaziteli*, in der 6. bei *Mzvane*. Folglich ist die Blattdicke kein zuverlässiges Kriterium zur Feststellung des Unterschiedes zwischen den Kachetiner Sorten, wenigstens unter den Bedingungen des Weingartens der Versuchsstation. Aber das Mittel der Resultate für alle drei Perioden entspricht der Reihenfolge, die im Weinbau Kachetiens angenommen wird, d. h. das dünnste Blatt hat *Saperavi*, (172 Mikra), das mittlere *Rkaziteli* (174 Mikra) und das dickste *Mzvane* (179 Mikra). Das Verhältnis der Dicke der oberen Epidermis schwankt ebenfalls bei den drei untersuchten Sorten von Periode zu Periode. Aber im Resultat erweist sich die geringste Stärke der oberen Epidermis bei *Mzvane*. Die Reihenfolge der Dicke der unteren Epidermis bei den Sorten zeichnet sich dagegen durch Regelmäßigkeit aus, die höchste Epidermis ist bei *Saperavi* die niedrigste bei *Mzvane*. Bei *Rkaziteli* nimmt die Höhe der oberen Epidermis eine Zwischenstufe ein. Die Beständigkeit in den Größenverhältnissen der Dicke der unteren Epidermis bei den drei Kachetinersorten im Verlaufe aller drei Perioden ist zum Teil verständlich. Die Entwicklung der unteren Epidermis geht bei bedeutend gleichmäßigeren Bedingungen vor sich als die der

oberen, z. B. im Verhältnis zur Beleuchtung. Nach unserer Meinung kann die Dicke der unteren Epidermis als gute Beihilfe zur Charakteristik der Weintraubensorten dienen. Die Höhe des Palisadengewebes sowie auch die Blattdicke stellen keine standhaften Größen vor, dagegen ist das Verhältnis ihrer Dicke zur ganzen Blattdicke ein Koeffizient, der Aufmerksamkeit verdient. Bei *Saperavi* ist dieser Koeffizient stets der kleinste und bei *Mzvane* der größte. Auf die bedeutende Höhe der Palisadenzellen bei *Mzvane* und *Rkaziteli* im Verhältnis zu *Saperavi* wurde schon in einer Arbeit aus dem Laboratorium (6) hingewiesen.

Folglich ergibt sich aus den Ausmessungen der Querschnitte der Blattelemente, daß man zum Feststellen völlig realer Korrelationen zwischen den Größen der anatomischen Blätterelemente verschiedener Sorten ein und derselben Pflanzenart sich nicht auf das Material beschränken kann, welches nur einmal in irgendeiner der Vegetationsperioden der Pflanze gesammelt wurde. Es ist ein periodisches Sammeln des Materials notwendig. Das Mittel aus den Ergebnissen, welches man durch die Bearbeitung des auf diese Weise gesammelten Materials erhält, ergibt Resultate, auf die man sich schon für diese oder jene Zwecke stützen kann. Die Kachetiner Grundsorten besitzen Blätter, welche überhaupt mit sehr gut entwickeltem Palisadenparenchym versehen sind. Bei *Mzvane* erreichen sie beinahe die Hälfte der Dicke der Blattmasse (ohne Epidermis 45 %). Bei *Mzvane* ist die Epidermis auf beiden Seiten des Blattes im Mittel gleich dick. Dieses kann man nicht von den beiden anderen Sorten behaupten. Bei *Rkaziteli* ist stets die obere Epidermis stärker entwickelt, dagegen bei *Saperavi* die untere. Weil solche Wechselbeziehungen in der Dicke der oberen und unteren Epidermis bei den uns interessierenden Sorten in allen Vegetationsperioden beständig bleiben, so kann man sie zur Charakteristik der Sorten als beständige Merkmale benutzen. Endlich muß man zugeben, daß alle drei Sorten ziemlich xeromorph sind. Die am meisten xeromorphe Sorte ist *Mzvane*, dann folgt *Rkaziteli*. Beide Sorten vegetieren besonders gut an den Südabhängen, sie sind Heliophyten.

Man kann also aus den Messungen an den Querschnitten der Blätter der drei Kachetiner Grundsorten folgende positive Schlüsse ziehen, welche eine Bedeutung für die vergleichende Charakteristik der Sorten haben:

1. Die untere Epidermis bei *Saperavi* ist immer dicker als bei *Rkaziteli* und *Mzvane*.

2. Die Dicke beider Epidermen von *Mzvane* ist stets gleich. Bei *Saperavi* ist die untere Epidermis immer dicker als die obere. Bei *Rkaziteli* dagegen ist die obere Epidermis immer dicker als die untere.
3. Das Verhältnis der Höhe des Palisadengewebes zur allgemeinen Blattdicke ist bei *Mzvane* immer das größte, bei *Saperavi* das geringste und bei *Rkaziteli* dazwischenliegend.

Jetzt gehen wir zur Beschreibung der Resultate über, welche sich aus den Berechnungen und Ausmessungen der Spaltöffnungen und Palisadenzellen der Blätter an den entfärbten Teilen ergaben.

Tab. 2. Zahl und Maße der Spaltöffnungen und Palisadenzellen.

		Anzahl der Spaltöffnungen	Länge der Spaltöffnungen	Anzahl der Palisadenzellen	Durchmesser der Palisadenzellen
IV. Periode	*Saperavi*	139	29	959	10
	Rkaziteli	198	29	985	11
	Mzvane	147	30	898	11
V. Periode	*Saperavi*	159	28	980	11
	Rkaziteli	187	30	923	11
	Mzvane	160	30	878	11
VI. Periode	*Saperavi*	150	28	959	11
	Rkaziteli	196	28	1010	11
	Mzvane	165	30	954	11
Mittel von 3 Perioden	*Saperavi*	149	28	966	11
	Rkaziteli	194	29	973	11
	Mzvane	157	30	910	11

Die Zahl der Spaltöffnungen und Palisadenzellen der Blätter erleidet bei *Saperavi* und *Rkaziteli* in den verschiedenen Perioden ihrer Vegetation nach unseren Ergebnissen keine regelmäßigen Veränderungen. Nur bei *Mzvane* vergrößert sich in dem Zeitraum von der 4. bis zur 6. Periode die Zahl der Spaltöffnungen, dagegen bleiben ihre Ausmaße die ganze Zeit hindurch gleich. Die Zahl der Palisadenzellen vergrößert sich ebenfalls bedeutend in der 6. Periode auf der Einheit der Blattoberfläche bei der letzten Sorte. Es ergibt sich bei dem Vergleich der Sorten unter sich, daß die Zahl der Spaltöffnungen bei *Rkaziteli* stets größer ist als bei den anderen zwei Sorten, aber bei *Mzvane* ist sie immer größer als bei *Saperavi*. Man muß voraussetzen, daß dieses Merkmal beständig sein wird. Größere Spaltöffnungen entwickeln sich bei *Mzvane*.

In der 4. und 6. Periode sind die Spaltöffnungen bei *Saperavi* und *Rkaziteli* gleich lang. Die Zahl der Palisadenzellen ist bei *Saperavi* und *Rkaziteli* immer größer als bei *Mzvane*. Der Durchmesser der Palisadenzellen ist bei allen drei Sorten gleich. Im allgemeinen besitzt *Saperavi* die kleinsten Palisadenzellen. Sie sind kürzer (Tab. 1) als bei den anderen zwei Sorten. Im ganzen sind die Spaltöffnungen und Palisadenzellen am zahlreichsten bei *Rkaziteli* und am größten bei *Mzvane*. Bei dem Vergleich der quantitativ-anatomischen Ergebnisse über die Struktur der Kachetiner Sorten zeigt sich, daß *Rkaziteli* sich durch die größte Assimilationsfläche auszeichnet. Die geringere Höhe der Palisadenzellen bei *Rkaziteli* im Verhältnis zu *Mzvane* kompensiert sich durch ihre größere Anzahl. Bei *Mzvane* ist das Durchlüftungssystem am stärksten entwickelt, diese Sorte besitzt die längsten Spaltöffnungen. Das Palisadenparenchym ist bei *Mzvane* ebenfalls lockerer gebaut als bei *Rkaziteli:* auf die Einheit der Oberfläche kommen bei gleichem Größenverhältnis weniger Zellen.

Man kann also aus den Messungen und Berechnungen der Blattelemente an den entfärbten Teilen folgende Schlußfolgerungen ziehen:

1. Am meisten Spaltöffnungen und Palisadenzellen besitzt *Rkaziteli*.
2. Die größten Spaltöffnungen sind bei *Mzvane* vorhanden. Der Durchmesser der Palisadenzellen ist bei allen drei Sorten gleich.
3. Bei *Saperavi* ist die Zahl der Spaltöffnungen stets geringer als bei *Mzvane*. Dagegen ist die Zahl der Palisadenzellen bei *Saperavi* stets größer als bei *Mzvane*.

Soviel über die Ergebnisse unserer Untersuchungen. Wir weisen noch auf einen Umstand hin, der nach unserer Meinung interessant ist. Aus unseren Ergebnissen ist zu ersehen, daß die meisten Palisadenzellen *Rkaziteli* besitzt, darauf folgt *Saperavi*, und auf dem letzten Platze steht *Mzvane*. Nach den von uns im Telaver Kreis Kachetiens gesammelten Berichten hält man für die am reichsten tragende Sorte *Rkaziteli*. *Saperavi* nähert sich ihr im Ertrage. *Mzvane* ist die am wenigsten ertragreiche Sorte. Wie man sieht, könnte die quantitativ-anatomische Methode imstande sein, auf einige ökologische Besonderheiten der Sorte hinzuweisen, welche für den Erfolg der Kultur wertvoll sind.

Die Arbeit wurde im Physiologischen Laboratorium des Tifliser Botanischen Gartens ausgeführt.

Literatur.

1. M. Molliard: Action morphogénique de quelques substances organiques sur les végétaux supérieurs. Revue générale de Bot. 29. 1907.
2. W. Kolkunow: Zur Frage der Ausarbeitung von Rassen der Kulturpflanzen, welche der Trockenheit widerstehen. Nachr. d. Kiewer Polytechn. 1905, 1907 (russ.).
3. G. Barberon: Weinbau 1912, B. 1 (russ.).
4. W. Salensky: Materialien zur quantitativen Anatomie verschiedener Blätter an ein und derselben Pflanze. Nachr. d. Kiew. Polytechn. 1904 (russ.).
5. E. Strasburger: Das botanische Praktikum. 1913.
6. W. Alexandrov und E. Makarewskaja: Über die periodischen Veränderungen in dem Zustande der plastischen Stoffe in den Wurzeln, Stengeln und Blättern der Kachetiner Grundsorten. Denkschr. der wissensch.-angewandt. Abt. d. Tiflis. Botan. Gart. 1926 Lief. V (russ.).

---

46. R. Dostál: Über die Sommerperiodizität bei Quercus und Fagus.

(Vorläufige Mitteilung.)

(Mit 1 Abbildung im Text.)

(Eingegangen am 23. Juni 1927. Vorgetragen in der Julisitzung.)

Das Ende Juni und mitunter noch im August regelmäßige Austreiben wenigstens eines Teiles der neuen Ruheknospen bei der Eiche und der Buche wurde in dieser Arbeit unter konstanten Außenbedingungen experimentell studiert, mit dem Ergebnis, daß es sich hierbei um einen autogenen Vorgang korrelativer Natur handelt. Die Mehrzahl der Versuchsobjekte befand sich im elektrischen Lichtraum des Laboratoriums unter zwei 1000-Wattlampen (OSRAM-NITRA), von diesen 40—150 cm weit entfernt. Die Temperatur des Raumes hielt sich konstant auf 21° C, die mittlere Feuchtigkeit der Luft war 65%, die Feuchtigkeit der Erde in Töpfen von 3 Liter Inhalt näherte sich stets der Sättigung. Die kontinuierliche Beleuchtung dauerte vom 28. Januar bis 5. Mai 1927.

Von *Quercus pedunculata* wurden des besseren Vergleichs halber vorwiegend einjährige Pflanzen benutzt, deren Verhalten an älteren Pflanzen und später auch an Keimlingen kontrolliert wurde. Unter diesen Bedingungen zeigten alle Topfexemplare von *Quercus* eine strenge Periodizität mit vier bis fünf, durch Wuchsstockung und Niederblattbildung voneinander unterscheidbaren Triebperioden,

gleichgültig ob sie einige Wochen vorher im warmen Glashaus gehalten oder direkt aus dem Garten in den Lichtraum überführt wurden. Bei der hohen Lichtintensität des Lichtraumes entwickelten sich die ersten Triebe den im Glashaus oder im Freien später aufwachsenden äußerlich ganz ähnlich, die übrigen waren aber den normalen Johannistrieben weit überlegen. Das Verhalten einer einjährigen intakten Pflanze mit 22 cm langer Wurzel und 10 cm langem vorjährigem Trieb unter den Bedingungen des Lichtraums ist aus der Tabelle 1 zu ersehen.

Tabelle 1.

Ordnungszahl des Triebes	Treibbeginn	Tag des definit. Streckens der		„Ruhe" (in Tagen)	Trieblänge mm	Anzahl	Maxim. Länge × Breite	Anzahl der Schuppenpaare[1]
		Achse	Blätter			der Blätter		
I	29/1	7 2	11/2	7	55	8	78×42	6+1
II	18/2	28/2	3/3	7	98	8	78 51	5+2
III	10/3	22/3	29/3	9	172	8	84 48	6+2
IV	7/4	24/4	2/5		93	7	62×35	

Wenn die neuen Triebe entweder sämtlich oder immer bloß der letzte in feuchter Atmosphäre unter Glasgefäßen gehalten wurden, so haben solche Exemplare die frei belassenen Pflanzen noch um eine Triebperiode überholt, wobei sich auch die „Ruhe"-zeiten, z. B. an einem im selben Topf gehaltenen Exemplar, auf 6 oder 5 Tage verkürzten. Die zur gleichen Zeit im Glashaus (8—19°) gezogenen Pflanzen, deren Chlorophyllbildung deutlich verzögert und Assimilations- und Transpirationstätigkeit erheblich schwächer war, schlossen meist bereits mit dem ersten Trieb ihr Wachstum ab oder entfalteten, besonders bei größerer Stärke der vorjährigen Teile, vom 2. März nur noch einen zweiten schwächeren Trieb. Dieser Zustand änderte sich bis zum Tage des Verfassens dieses Berichtes nicht. Aus dem elektrischen Lichtraum Anfang Mai in die gewöhnlichen Außenbedingungen eines Südbalkons übertragen, stellten die Pflanzen mit 4—5 Triebperioden ihr Wachstum ein, später aber (bis zu Anfang August) ließen sich oft noch 2—3 weitere Schübe beobachten (Nachtr. bei der Korrektur).

1) Dicht bei einander + einzeln stehend.

Gewiß fördert auch in der freien Natur eine günstige Veränderung der Außenbedingungen in ähnlichem Sinne, wie im Lichtraume, die normale Johannistriebbildung (LAKON 1913, 1915), ebenso wie die im Glashause ruhenden Pflanzen nach Überführen in den Lichtraum bald periodisch auszutreiben begannen. Jedoch ist dieses rhythmische Wachstum bekanntlich von den Außenbedingungen nur insofern abhängig, als diese dem Wachstum im allgemeinen günstig sein müssen. Deswegen kommt das periodische Wachstum so häufig in den Tropen vor (VOLKENS 1912, SIMON 1914, COSTER 1923, KLEBS zuletzt 1926).

Bei diesem Vorgang, der im Sinne der Terminologie MÜNKs (1914) als ein primärer Rhythmus zu bezeichnen ist, spielt das Wurzelsystem die maßgebende Rolle nicht, wie bereits aus dem gleichzeitigen Zustand des Wurzelwachstums oder der Wurzelregeneration in Töpfen oder in Wasserkulturen zu schließen ist. Die rhythmische Triebentwicklung fand nämlich auch dann statt, wenn das Wurzelwachstum gänzlich stillstand, oder wenn alle Wurzeläste oder auch Teile der Pfahlwurzel abstarben, bzw. beseitigt wurden. Ebensowenig hat der völlige Ausschluß der Absorptionstätigkeit der Wurzel das wiederholte Treiben an Pflanzen verhindert, deren ersten Triebe samt den oberen vorjährigen Prozeßteilen unter Wasser, in umgekehrten tubulierten Glöckchen, gehalten wurden, während sich die Wurzeln in mäßig feuchter Luft befanden. Bald vertrockneten die Seitenwurzeln sämtlich, dennoch bildete z. B. bei einem am 7. März so behandelten Exemplar die über dem Wasserspiegel befindliche Terminalknospe nach dem ersten 70 mm langen Trieb (mit 7 Blättern von maximalen Dimensionen 115×57) vom 20. März den zweiten 14 mm langen Trieb mit 5 Blättern (bis 85×47 groß) und vom 29. April den dritten 12 mm langen mit 3 Blättern (bis 55×25). An der beträchtlichen Verlängerung der Ruhepausen auch im Lichtraume hat bei dieser Versuchsanordnung vor allem die erschwerte, auf die untergetauchten Laubblätter beschränkte Nährstoffaufnahme Anteil gehabt. Zum zweiten Schub kam es nicht, wenn Pflanzen nach Abschluß des ersten Triebes in lufttrockene Erde überpflanzt und nur die Sprosse in feuchter Luft gehalten wurden (mit Ausnahme einiger Exemplare, deren sämtliche Blätter am ersten Trieb vertrockneten und abfielen).

Auch in gewöhnlichen Wasserkulturen erscheint der Rhythmus mehr oder weniger verlängert, wie sich in schwächeren Nährlösungen von KNOP, V. D. CRONE, ZINZADZE sowie in Leitungswasser im Vergleich zu Topfpflanzen gezeigt hat. Indes ließen sich auch bei Kultur in destilliertem Wasser gleich von Anbeginn

des ersten Austreibens noch zwei darauffolgende Schübe wahrnehmen, die z. B. an einem Exemplar 27, 8, 22 mm maßen, bei der maximalen Größe der Blätter 58×38, 45×25, 38×22, deren Anzahl an diesen drei Schüben 6, 4, 4 war. Daraus folgt, daß das stoßweise Treiben der Eiche nicht auf die früher oft hypothetisch angenommenen Schwankungen der Nährsalzzufuhr zurückgeführt werden kann, und daß die Versuchsobjekte (benutzt wurden zu diesen Kulturen auch Teilstücke von vorjährigen Trieben von nur 0,4 g Frischgewicht), die zu wiederholtem Treiben — in natürlichen Grenzen — nötige Nährsalzmenge immer gespeichert besitzen. Desgleichen haben auch Keimpflanzen, deren Ausgangslänge der Wurzel 50 mm betrug, und deren Plumula noch geschlossen war, in destilliertem Wasser z. B. in einem Falle 4 Blätter des ersten 68 mm langen Triebes und 6 Blätter des 87 mm langen Triebes von den maximalen Dimensionen 66×45, bzw. 67×33 ausgebildet.

Bei der obenerwähnten Kultur der Pflanzen mit dem ersten Laubtrieb unter Wasser und mit der Wurzel in feuchter Luft war die Folge der Pfahlwurzelverkürzung beachtenswert. Wurden die ursprünglich ungefähr 25 cm langen Wurzeln der einjährigen Pflanzen auf 5 cm verstümmelt, so fand kein zweites Treiben bisher statt. Dementsprechend ging auch an Exemplaren mit auf 12 cm verkürzten Wurzeln die über dem Wasserspiegel gehaltene Terminalknospe des ersten Triebes nicht zur Streckung über, wohl aber die im Wasser befindliche Achselknospe des dritten bis fünften Laubblattes, von oben gerechnet. So hatte auch bei gewöhnlicher Wasser- oder Topfkultur starke Wurzelverkürzung eine merkliche Entfaltungshemmung sowie Verzögerung der neuen Schübe zur Folge. Einen Grenzfall davon stellten vorjährige, mit noch geschlossenen Winterknospen oberhalb des Wurzelhalses abgeschnittene Triebe vor, die im Leitungswasser kultiviert, auch beim Ausgangsfrischgewicht von 0,4—0,7 g zwei Schübe zeigten, allerdings von sehr kleinen Dimensionen und durch eine 2—2½ Monate dauernde Ruhe voneinander getrennt. Z. B. in einem Falle bildeten sich am ersten 11 mm langen Trieb 3 Blätter (bis 32×15 groß) und am zweiten von 4 mm Länge 6 Grenzschuppenpaare und 2 Blätter (bis 36×18). Nach teilweiser oder völliger Amputation der Wurzel geht die Hauptquelle der für den Aufbau neuer Triebe wichtigsten Stoffe verloren (RAMANN und BAUER 1912).

Während an wurzellosen Objekten die Ruhepause zwischen den einzelnen Triebperioden auch im elektrischen Lichtraume auffallend verlängert erscheint, so kann sie bei riesigem Übergewicht

des Wurzelsystems auch unter gewöhnlichen Bedingungen ganz wegfallen. Bekannt ist das Verhalten von Stockloden der Eiche mit allen Übergängen — von dem im Lichtraume beobachteten sofortigem Treiben der eben entstandenen Ruheknospen unter Bildung von 3—6 Schuppenpaaren bis zu völligem Schwund von Niederblättern, wobei aber der neue Trieb von dem vorherigen durch das ungleiche Aussehen der Blätter noch längere Zeit zu unterscheiden ist (verkappte Johannistriebe SPÄTHs 1912), schließlich bis zu ununterbrochener Entfaltung von mehr als 60 Blättern. Daß es auch in diesen Fällen vor allem auf die Störung der normalen Korrelationen ankommt, beweisen analoge Wachstumsverhältnisse, die sich im Freien z. B. nach Wegnahme einer hinreichend großen Anzahl von miteinander konkurrierenden Winterknospen auch an ganzen Bäumen erzielen lassen. An einjährigen Pflanzen gelang dies nicht, denn sie trieben auch in intaktem Zustand einen einzigen Laubtrieb, seltener mehrere, mit Ausnahme des von einer anderen Quelle bezogenen stärkeren Materials, das bereits im ersten Jahre zwei oder meist drei Triebschübe durchgemacht hatte.

Da die Wurzel in allen beschriebenen Fällen nur eine formale Bedeutung als Speicher- und Absorptionsorgan verriet, wovon allerdings unter sonst günstigen Bedingungen die Länge der Ruhezeiten sowie die Entfaltungsintensität der einzelnen Triebkomponenten abhängt, so ist die eigentliche Ursache der Sommerrhythmik ausschließlich im Sproßsystem zu suchen. Lange bekannt und seit den Versuchen GOEBELs (1880) mehrfach studiert ist bei Holzgewächsen die Folge des Blattverlustes oder der künstlichen Entlaubung, wodurch die für die nächste Wachstumsperiode bestimmten Knospen oft gleich zum Austreiben gezwungen werden können. Auch die Johannistriebbildung wurde dadurch beschleunigt (SPÄTH 1912). KLEBS (1926) weist bei *Concopita guianensis* auf die hohe Bedeutung der Laubblätter für die Niederblattbildung und für den Eintritt der Ruhe hin. Wurden Blattspreiten den fast noch geschlossenen Winterknospen entnommen, so fingen, allerdings bei genügendem Schutz der jungen entblößten Teile durch Glasröhrchen und nach Ausbrechen aller anderen, sonst ruhenden Winterknospen, neue Blätter aus winzigen, normal im Wachstum zurückgehaltenen Blatt- und Internodienanlagen des Terminalknöspchens sehr bald an zu wachsen, ohne daß sich Übergangsschuppen bildeten. Zur Ruhe zwischen den einzelnen Schüben kommt es demzufolge nicht aus Mangel an streckungsfähigen Sproßanlagen, denn es vermögen auch die jüngsten, an der Spitze

der noch geschlossenen Knospe sitzenden Anlagen gleich heranzuwachsen, falls die Hemmungen wegfallen. Demgegenüber trieben diese jungen Terminalknospen (besonders unter gewöhnlichen Bedingungen) merklich später aus, wenn die Blattspreiten im weiteren Verlauf der Streckung abgeschnitten wurden.

Bei der Bildung der Winterknospe sind korrelative Einwirkungen tätig, die allmählich die bekannten, beim normalen Austreiben zutage tretenden Unterschiede zwischen den einzelnen Blättern und Internodien einleiten. Die mittleren, stärksten Spreitenanlagen hemmen die Entwicklung sowohl der oberen wie der unteren Blattanlagen, die sich erst nach Exstirpation aller mittleren, unter Binokularmikroskop sichtbaren Spreitenanlagen zu Laubblättern ausbildeten, und zwar nicht nur an der Spitze, sondern auch an der Basis der frühzeitig entlaubten Triebe. Vom Anbeginn des Streckungswachstums der Winterknospen nimmt die Entwicklungsfähigkeit der obersten sowie der untersten Spreitenanlagen derselben ab, und schließlich vertrocknen sie im weiteren Verlauf des Triebwachstums. Zeitlich variierte Entblätterungsversuche sprechen dafür, daß die bekannte Periodizität einzelner Teile an intakten Pflanzen in großen Umrissen bereits in der ersten Streckungsphase von den noch locker zusammengelegten Laubblättern stabil induziert ist. Je nach der mehr oder weniger oft wiederholten frühzeitigen Entlaubung ließ sich dieses periodische System der heranwachsenden Blätter, umgeben von den gehemmten Spreitenanlagen, beliebig weit hinaufschieben. Durch ihre eigenartige Hemmungswirkung verhindern die sich ausbildenden Blätter das Streckungswachstum der terminalen und axillaren Knospen sowie die Entstehung der Spreitenanlagen in denselben. Eine Ausnahme davon bilden Niederblätter, deren Größe und Zahl bekanntlich stets zunimmt, und die auch korrelativ tätig sind.

Aus der Tabelle 1 erhellt, daß intakte Pflanzen auch unter den sehr günstigen Wachstumsbedingungen des elektrischen Lichtraumes, unter denen im Gegensatz zu den im Freien vorwaltenden Bedingungen eine rasche Hemmungsabnahme der endgültig vergrößerten Laubblätter erfolgte, eine Ruhepause von mindestens 5—8 Tagen benötigten, ehe sie die jeweiligen Terminalknospen sichtbar zu strecken anfingen. Tatsächlich gibt es im Lichtraume keine absolute Ruhe, denn inzwischen müssen vor allem die embryonalen Anlagen der Blattspreiten, die in der Regel erst nach 5—6 spreitenlosen Schuppenpaaren auftreten, gebildet werden. Vergleichsexemplare im Glashaus wiesen zur Zeit des vierten oder

fünften im Lichtraum stattgefundenen Schubes 14 oder noch mehr Schuppenpaare, ohne erkennbare Spreitenanlagen, in der oft schon den ersten Trieb dauernd abschließenden Terminalknospe auf. Im Freien zählt man an der Grenze der einzelnen Schübe bei Stockloden ebenfalls 5—7 sterile Niederblattpaare, aber an noch üppigeren beschränkt sich die Bildung echter Schuppen nur auf die Achselknospen. An den stärksten, auch noch schubartig zuwachsenden Stockausschlägen bilden sich auch sämtliche Blattanlagen der Achselknospen, mit Ausnahme der schuppenförmigen Prophylla, zu Laubblättern aus, so daß man an diesen von einer solchen Hemmungswirkung der heranwachsenden Blätter kaum reden kann.

Dunkelversuche, die bereits SPÄTH (1912) mit wichtigen Erfolgen angestellt hat, haben bei Kultur der Pflanzen in einem mit Zink ausgelegten, in demselben Lichtraum untergebrachten Kasten sowie in einer Dunkelkammer, teils zu einem streng schubartigen Wachstum meist mit 6 Grenzschuppenpaaren geführt, teils wurde eine länger andauernde Bildung von zahlreicheren Blättern und erheblich längeren Internodien beobachtet. Das rhythmische Wachstum war regelmäßig mit einer bedeutenderen Flächenentwicklung der Laubblätter, besonders infolge einer kurzfristigen Beleuchtung, kausal verknüpft. Aus demselben Grunde zeigten auch aus Gipfelknospen der vorjährigen Stämmchen hervorgegangene Triebe eine scharf begrenzte Aufeinanderfolge relativ kurzer Zuwächse, wenn gleichzeitig Seitensprosse, wie es in diesen Winterversuchen im Dunkeln oder im Glashaus oft spontan geschah, oder erst nach Entfernung der apikalen Winterknospen, aus der basalen Region emporschossen. An diesen basalen Trieben schritt nach Art von Stockausschlägen die Bildung neuer Blätter und Internodien länger vor, im Gegensatz zu der beinahe simultanen Blattentfaltung aus den oberen Winterknospen. Die Wasserkulturen vergleichbarer Individuen in einem CO_2-freien und in einem mit 0,3% CO_2 öfters bereicherten Raum hat keine wesentlichen Unterschiede des rhythmischen Wachstums gezeigt. Aus diesen Versuchen im Dunkeln und im CO_2-freien Raum sowie auch aus dem Verhalten der rein weißpanachierten Exemplare am Licht ist auf die untergeordnete Bedeutung der Assimilationstätigkeit der vorhandenen Laubblätter für die rhythmische Triebentwicklung zu schließen. So stellten auch z. B. die weißblättrigen Keimlinge ihr Wachstum stoßweise ebenso ein wie die grünen, und nur unbedeutend unterschieden sich beide durch die häufigsten Frequenzzahlen der entfalteten Blätter voneinander (3—4, seltener 5 Laubblätter bei grünen, 4—6 bei rein weißen Keimpflanzen aus derselben Lokalität).

ln vollständiger Dunkelheit fanden, besonders an Gipfeltrieben, wenn keine Basaltriebe am vorjährigen Stämmchen entstanden, oder an Keimpflanzen, auch kurzandauernde Wachstumsstockungen ohne Schuppenbildung statt, wobei die in der Knospe nur wenig ausgebildeten oberen Spreitenanlagen samt den dazugehörigen Internodien sich nicht merklich streckten, so daß nach späterem Vertrocknen der Nebenblätter die Uebergangszone zwischen den aufeinanderfolgenden Trieben, von gleicher Stärke, nur bei näherem Zusehen zu erkennen war. In derselben Weise wirkt auch die gesteigerte Luftfeuchtigkeit an schwächerem Licht, indem sich das Streckungsverhältnis der Blätter und Internodien zuungunsten der Flächenentwicklung der Blattspreiten gestaltet, wodurch auch die Schuppenblattbildung, die mit einer erheblichen Blattflächenzunahme und einer dichten Annäherung der oberen Blätter kausal zusammenhängt, unterdrückt wird. Daß es hierbei auf die Quantität der Blattflächen ankommt, beweisen Pflanzen, denen am Anfang der Knospenstreckung nur ein oder zwei Blätter belassen wurden. Alsdann wuchs die junge Terminalknospe weiter und entfaltete statt Schuppen neue Blattspreiten. Auf die primäre Bedeutung der ungehinderten Blattstreckung weisen auch Versuche hin, in denen an sonst beleuchteten Sprossen noch junge Spreiten sämtlich mit schwarzem Seidenpapier umwickelt wurden, denn die verfinsterten Blätter stellten ihr Wachstum vorzeitig ein, und es kam bald zur Entfaltung der Terminalknospen.

Wurden dagegen endgültig oder nahezu ausgewachsene Blattspreiten des ersten Triebes verfinstert, so erschien der zweite Trieb erheblich später als an Pflanzen mit unbedeckten Blättern und wich durch merklich kürzere Internodien und niedrigere Blattanzahl von den völlig beleuchteten Vergleichsprossen ab. Auch stellten ganze Pflanzen, die nach Abschluß des ersten oder zweiten Schubes aus dem Lichtraum in den Dunkelkasten überführt wurden, das Weiterwachstum der bereits wohl angelegten Terminalknospen gleich ein, mit Ausnahme derjenigen Exemplare, an denen sich diese bereits stärker zu vergrößern begonnen hatten. Danach ist der sich streckende Folgetrieb von den vorherigen Trieben, bzw. den Blättern derselben, korrelativ sowie stofflich abhängig, was auch der Vergleich intakter Pflanzen mit Exemplaren, deren Blätter an diesem oder jenem Trieb beseitigt oder inaktiviert worden sind, beweist. Statt stark gestreckter, meist nur verkümmerte Spreiten mit Schuppen tragender basaler Internodien der intakten Pflanzen bildeten sich im zweiten Fall nur kurze Internodien. Auffällig war auch die oft zu beobachtende, merklich herabgesetzte Ergrünung

des dritten und besonders vierten Triebes intakter Pflanzen gegenüber solchen, an denen Blätter des ersten oder zweiten Triebes beseitigt oder nur verdunkelt worden waren.

An aus dem Glashaus in den Lichtraum übertragenen Pflanzen beschleunigte das Umwickeln der Blattspreiten mit schwarzem Seidenpapier die Folgetriebbildung sehr erheblich, so daß es doch wenigstens bei den unter natürlichen Bedingungen entstandenen



Abb. 1. *Quercus pedunculata.*

Ein mittleres Blatt eines diesjährigen Triebes hat bei isolierter Kultur mit dem anliegenden Sproßstück vom 23. März Wurzeln und einen Achseltrieb und später am 6. Juni noch einen zweiten Schub, beide mit je 3 Blättern, ausgebildet (nat. Größe). — Nachtrag bei der Korrektur. Nach der völligen Entfaltung der Blätter des zweiten Triebes etwa zu der Größe der Blätter des ersten Schubes und nach der neuen Ruhe entwickelte sich vom 27. Juli der dritte Trieb mit beträchtlich längeren unteren Internodien und 4 Blättern, während das Stützblatt inzwischen bereits allmählich vertrocknete.

Laubblättern auch auf die hemmende Einwirkung der Assimilationsprodukte ankommen kann. Demgegenüber blieb an den im Freien normal entwickelten Keimpflanzen auch bei weiterer Kultur unter den gewöhnlichen Laboratoriumsbedingungen die Verdunkelung der herangewachsenen Blattspreiten, ebenso wie ihre submerse Kultur unter Wasser, also eine fast völlige Einstellung der Assimilation, bzw. der Transpiration, ohne überzeugenden Erfolg, während entlaubte Vergleichsexemplare bereits nach 3—5 Tagen stark aus-

zutreiben begannen. Auch Düngungsversuche in Töpfen mit verschiedenen Nährsalzen und besonders mit Ca, K, Na-Nitraten und Phosphaten in stark variierten Konzentrationen und bei wechselndem pH (4—7,5) haben keinen derart regelmäßigen Erfolg gehabt wie die Entlaubung, welche auch gewisse stoffliche Verschiebungen in den Sproßteilen veranlaßt hat. Wie das Weiterwachstum des Laubsprosses, so wurde bei diesen Keimlingen auch die Wurzelneubildung durch erwachsene Blätter bis zu einem gewissen Zeitpunkt merklich gehemmt, wie der Vergleich von Keimlingen mit stark verkürzter Pfahlwurzel, entweder mit belassenen oder abgeschnittenen Laubblättern, zeigte.

Stärkeres, verästeltes Versuchsmaterial verriet im elektrischen Lichtraume je nach der gegenseitigen Lage und der dadurch korrelativ bedingten verschiedenen Entwicklungsfähigkeit der einzelnen diesjährigen Triebe eine ungleich starke Hemmungswirkung ihrer Blätter. Darauf ist zurückzuführen, daß z. B. an demselben Exemplar gleichzeitig Triebe mit drei, zwei oder bloß einem Schub vorkamen, und daß sich auch im Wachstum dauernd zurückgehaltene einschübige Äste nach Entfernung der mehrmals zuwachsenden Triebe leicht zu ähnlichem stoßweisem Wachstum bewegen ließen. So weichen auch die einzelnen Blätter eines und desselben Triebes in ihrer Hemmungstätigkeit erheblich voneinander ab, wie die Kultur der samt den anliegenden Internodienabschnitten isolierten Blätter in feuchtem Sand zeigte. Die untersten und besonders die oberen Blätter eines Triebes hemmen das Wachstum viel stärker als die mittleren, da nur an den der Mitte der Triebe entnommenen Sproßstücken mit Laubblättern Wurzeln und Achseltriebe heranwuchsen (Abb. 1), an den untersten sowie an den oberen dagegen keine Neubildung stattfand. Dem entspricht auch die bereits in der Winterknospe angelegte, an Stockausschlägen der Eiche seltener vorkommende Lokalisation der sylleptischen Triebe auf die mittleren Blattachseln, die an stärkeren Langtrieben von *Fagus* schon häufiger zur Entwicklung kommen.

Die Versuchsergebnisse an einjährigen oder älteren Exemplaren und Zweigen größerer Bäume von *Fagus silvatica* im elektrischen Lichtraum stimmen mit den an *Quercus* beschriebenen in den Hauptzügen völlig überein, doch wurde bei jenem Objekt infolge der unbedeutenden Wurzelentwicklung im Verhältnis zum gleichzeitigen Austreiben einer größeren Anzahl von Winterknospen und infolge der mäßigen Luftfeuchtigkeit das periodische Wachstum im Lichtraume nicht wesentlich beschleunigt. Erst nach weitgehender, bereits von KLEBS (1917) angestellter Reduktion der Winter-

knospenanzahl trat ein stärkeres stoßweises Wachstum zutage. Je nach der Phase der Streckung der Knospen wurde der Erfolg dieser Operation verschieden. Wurden die konkurrierenden Knospen oder die vorhandenen Blätter recht frühzeitig entfernt, so kam es nicht zur Schuppenbildung zwischen den einzelnen Schüben, gleichgültig ob es sich um Kurz- oder Laubtriebknospen handelte.

Im Gang sind noch teils im Laboratorium, teils im Freien angestellte Versuche zu näherem Studium der natürlichen Johannistriebbildung, deren bisherige Resultate mit den im elektrischen Lichtraume erhaltenen übereinstimmen. Entsprechend dem ungleichen Ausmaß der Korrelationshemmungen fällt auch in der freien Natur an Stockausschlägen die Ruheperiode zwischen den einzelnen Schüben weg oder dauert sie an intakten Pflanzen rund 1½ Monate, wobei sich eine längere Zeit keine Spreitenanlagen in den neuen Knospen bemerken lassen. Erst später tritt eine autogene Inhibitionsabnahme, wie sie auch ausgebildete Blätter anderer Pflanzen entweder früher (*Mentha silvestris*) oder später (*Scrophularia nodosa*) in stärkerer Enfaltung der Achselknospe des belassenen Blattes an isolierten, eines Blattes beraubten Blattpaaren älterer Stengelzonen verraten (DOSTÁL 1926).

Die im Verlauf des periodischen Austreibens mehrfach wiederholten Bestimmungen der Inhaltstoffe (besonders Trockensubstanz, Asche, Stickstoff, verschiedene Kohlehydrate) haben auch gewisse, mit den Stoffhypothesen nicht völlig übereinstimmende Parallelen zur äußeren Entwicklung gezeigt. Die mit dieser gleichzeitig ablaufenden inneren Differenzierungsvorgänge, die in einer ausführlicheren Arbeit besprochen werden, sind an der Sommerrhythmik höchst wahrscheinlich nicht primär beteiligt, da sie selbst, nach den neuesten Untersuchungen COSTERs (1927), von der mit dem Entwicklungsstadium wechselnden morphogenen Einwirkung der Laubblätter abhängen.

Literatur.

COSTER, CH., Ann. Jardin Buitenzorg, 1923, 33.
—, —, Proefschrift Wageningen, 1927.
DOSTÁL, R., Acta sc. nat. morav., 1926, 3.
GOEBEL, K. v., Bot. Ztg., 1880, 38.
KLEBS, G., Biol. Zbl., 1917, 37.
—, —, Akademie Heidelberg, 1926.
LAKON, G., Naturw. Zeitschr. f. Forst u. Landw., 1913, 11.
—, —, Biol. Zbl., 1915, 35.

MUNK, M., Biol. Zbl., 1914, 34.
RAMANN, E. u. BAUER, H., Jahrb. wiss. Bot., 1912, 50.
SIMON, S. V., Jahrb. wiss. Bot., 1914, 54.
SPÄTH, H. L., Der Johannistrieb, 1912.
VOLKENS, G., Laubfall und Lauberneuerung in den Tropen, 1912.

---

47. Marie Lilienstern: Physiologisch-morphologische Untersuchung über Marchantia polymorpha L. in Reinkultur.

(Mit Tafel VII und 1 Abbildung im Text.)

(Eingegangen am 28. Juni 1927. Vorgetragen in der Julisitzung.)

In meinen früheren Arbeiten über *Saprolegnia* gelang es mir, die Bedingungen der vegetativen und geschlechtlichen Fortpflanzung dieses Pilzes zu untersuchen und einige Momente zu den klassischen Ergebnissen von KLEBS hinzuzufügen. Daher schien es mir nicht ohne Interesse, in dieser Hinsicht auch mit einer grünen Pflanze zu arbeiten. Als Versuchsobjekt wurde *Marchantia polymorpha* gewählt.

Als Ausgangsmaterial dienten ursprünglich Brutknospen vom Thallus einer Topfkultur, welche mir vom Treibhaus des Botanischen Gartens zur Verfügung stand. Später wurden ausschließlich sterile Brutknospen aus Reinkulturen verwendet.

Methodik. Als Nährlösungen wurden die folgenden gebraucht:

1. Nährlösung USPENSKI (Zusammensetzung siehe Zeitschr. f. Bot. 17. Jahrgang 1925).
2. Nährlösung DETMER folgender Zusammensetzung:

$Ca(NO_3)_2$ 1 g, $MgCl_2$ 0,25 g, $MgSO_4$ 0,25 g,
KH_2PO_4 0,25 g, $FeCl_3$ Spur, H_2O 1 Liter.

Diese Lösung wurde zur Hälfte verdünnt; ihr Ph betrug 6,8.

Die Lösungen wurden auf 2 % Agar hergestellt, in Reagenzröhrchen und kleine ERLENMEYER-Kolben gegossen und sterilisiert. Die Brutknospen wurden vorsichtig mit einer Platinnadel auf die Oberfläche des Nährbodens übertragen (mehrere in ein Gefäß), wonach die Gefäße auf ein Südfenster gestellt wurden. Die Reagenzröhrchen wurden mit der schrägen Oberfläche zum Licht gewendet.

Die ersten Orientierungsversuche wurden Ende Februar angestellt. Die Entwicklung fing sofort an, und im Laufe von sechs Wochen bedeckten die Thallome die ganze Nährbodenober-

fläche. Die Versuche, welche im April angestellt wurden, als die Sonne das Fenster stärker beleuchtete, zeigten, das die Brutknospen nach dem Verlassen des Bechers sehr empfindlich gegen starke Beleuchtung sind und leicht zugrunde gehen. Deshalb mußte die Methodik etwas modifiziert werden: nach dem Übertragen der Brutknospen wurden die Kulturen drei bis vier Tage auf einem Nordfenster gehalten und erst dann auf ein Südfenster übertragen. Auf diesem Stadium der Entwicklung konnten sie starke Beleuchtung leicht vertragen. Absolute Dunkelheit und sehr schwache Beleuchtung hemmten vollständig die Entwicklung sogar im Laufe eines Monats. Dies bestätigt nochmals die Behauptung von COMBES, daß das Bedürfnis der Pflanze an Lichtintensität mit dem Alter variiert. Zweitens sehen wir, daß die Entwicklung dieses Organismus von der Anregung durch Licht von einer gewissen Stärke beeinflußt wird.

Da die Orientierungsversuche mich überzeugten, daß dieser Organismus sehr leicht in Kultur gedeiht und dabei sich als physiologisch vollkommen homogen erwies, wurden einige Serien von Versuchen angestellt. Der Hauptzweck dieser war, die Wirkung von Licht, Bodenfeuchtigkeit und Salzkonzentration zu untersuchen.

1. Die Wirkung der Lichtintensität.

Diese Versuchsanstellung war sehr einfach. Von drei Gestellen zu 12 Reagenzröhrchen wurde das eine ohne Überzug gelassen, das zweite mit einem Bogen dünnen Papier, das dritte mit drei Bogen überzogen. Eine Serie von diesen Versuchen wurde mit Nährlösung USPENSKI, die zweite mit Nährlösung DETMER angestellt. Die Resultate waren übereinstimmend und ließen folgendes beobachten:

In den Kulturen ohne Überzug waren die Thallome breit, liegend, die Rhizoide sehr lang.

Hinter einem Bogen Papier waren die Thallome schmal, aufgehoben, die Rhizoiden kürzer.

Hinter drei Bogen waren die Thallome noch schmäler, noch mehr aufgehoben. Das Etiolement war scharf ausgeprägt.

Dies stimmt vollständig mit der Behauptung von LEITGEB überein, daß die Marchantiaceen sehr plastisch sind (Taf. VII, Fig. 1, a—c).

Der Habitus der Pflanze war auf den beiden Lösungen identisch; was aber den Fortpflanzungsprozeß anbetrifft, so ließ sich ein sehr scharfer Unterschied bemerken. In allen Kulturen

ohne Überzug auf Nährlösung DETMER wurden die Thallome im Laufe eines Monats reichlich mit Brutknospenbechern bedeckt. Die Brutknospen waren vollständig normal und keimten sofort nach dem Übertragen. In allen Kulturen ohne Überzug auf Nährlösung USPENSKI wurden keine Brutknospenbecher angelegt, dafür ließen sich nach zwei Monaten Antheridien und Archegonien bemerken.

Eins hatten die beiden Serien gemeinsam: die Fortpflanzungsorgane bildeten sich ausschließlich in den Kulturen ohne Überzug; im Schatten, welcher durch einen Bogen Papier erzielt wurde, wurden weder sexuelle noch vegetative Fortpflanzungsorgane angelegt.

Die Resultate dieser Serie von Versuchen lassen sich folgendermaßen resümieren:

1. Sowohl die sexuellen als die vegetativen Fortpflanzungsorgane konnten in unseren Versuchsbedingungen nur am intensiven Lichte angelegt werden.

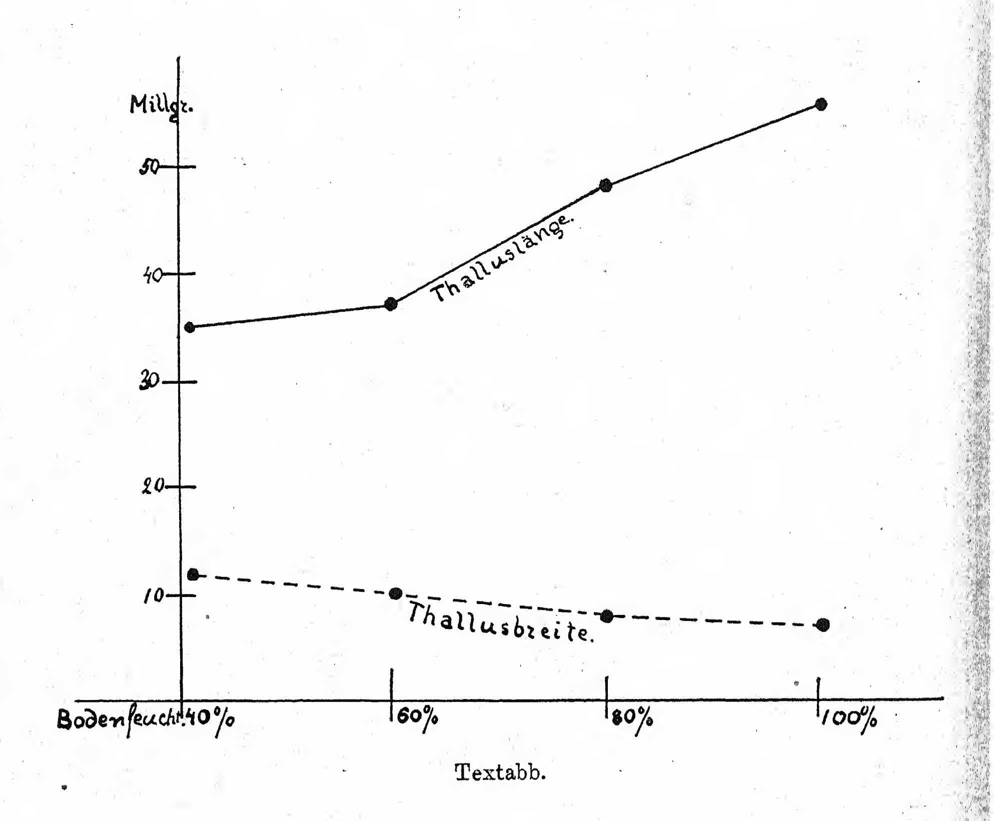
2. Die Nährlösung USPENSKI, welche sehr niedrigen Salzgehalt besitzt (0,2 pro mille), rief die Bildung von Sexualorganen hervor; die Lösung DETMER, welche reicher an Salzen ist (0,85 pro mille), rief die Bildung von vegetativen Fortpflanzungsorganen hervor, indem sie die Bildung von sexuellen unterdrückte.

Auf diese Weise überzeugten wir uns, daß die beiden Fortpflanzungsprozesse bei *Marchantia* einen allgemeinen Anreger haben, nämlich das Licht, und außerdem hat jeder von beiden einen spezifischen Anreger, nämlich eine gewisse Salzkonzentration. Dies stimmt vollständig mit der Angabe von KLEBS überein, welcher behauptet, daß osmotisch wirkende Stoffe die Bildung von Sexualorganen unterdrücken, und daß überhaupt ein hoher Nährwert des Nährbodens die Bildung von vegetativen Fortpflanzungsorganen stimuliert und die sexuellen unterdrückt.

In den Kulturen in ERLENMEYER-Kolben fand ein üppiges Wachstum statt, von Fortpflanzungsorganen war aber keine Spur vorhanden. Dasselbe ließ sich auch in flachen 500 ccm-Kulturkolben, welche mit 200 ccm Nährlösung gefüllt wurden, bemerken, solange die Kolben lagen. Sobald sie aber auf einem Gestell vertikal befestigt wurden und auf diese Weise die große schräge Oberfläche parallel zum Fenster gerichtet wurde, entwickelten sich im Laufe kurzer Zeit reichlich Brutknospenbecher, welche mit Brutknospen überfüllt waren. Nicht also der Mangel an Nahrung, sondern die Stellung unter einem gewissen Winkel zum Fenster, welche eine

günstige Beleuchtung sicherte, kann als Ursache der Erscheinungen in den Reagenzröhrchen betrachtet werden. Diese Behauptung stimmt mit anderen Autoren überein.

VÖCHTING bewies die Wirkung des Lichtes auf die Bildung der Blüten, KLEBS konstatierte die Bedeutung des Lichtes für die Bildung der sexuellen Organe bei Algen und Farnen. DAVY DE VERWILLE behauptet, daß bei Moosen schwache Beleuchtung



Textabb.

reduzierend auf alle Organe wirkt. WANN gelang es bei *Marchantia*, in Kolben die Bildung von Sexualorganen hervorzurufen, indem er sie täglich im Laufe von sechs Stunden mit einer elektrischen Lampe beleuchtete. Den einzigen Widerspruch finden wir bei LEITGEB, welcher behauptet, daß die Bildung der Sexualorgane bei Moosen weder von äußeren Bedingungen noch von der Jahreszeit abhängt. Aller Wahrscheinlichkeit nach ist die Methodik der Reinkultur am geeignetsten zur Lösung solcher Probleme.

II. Die Wirkung von Bodenfeuchtigkeit.

Diese Versuche wurden in ERLENMEYER-Kolben von 400 ccm Kapazität angestellt. Auf den Boden wurden 200 g feiner Quarzsand geschüttet, und in jeden Kolben wurde soviel Nährlösung DETMER gegossen, wie nötig war, um gewisse Grade von Feuchtigkeit zu schaffen. In den Sand wurde ein kleines Röhrchen mit Wasser hineingesteckt und in das Röhrchen ein Streifen Filtrierpapier gebracht. Auf solche Weise blieb die Luftfeuchtigkeit während des Versuches konstant. Die Grade der Bodenfeuchtigkeit waren: **A.** volle Wasserkapazität, **B.** 80 %, **C.** 60 % und **D.** 40 % von voller Wasserkapazität. Das Versuchsprotokoll und zwei Bilder illustrieren die Resultate:.

Versuchsprotokoll.

21. Mai. Aussaat.
25. Mai. A. Entw. fängt an.
B., C. Entw. kaum bemerkbar.
D. Entw. nicht bemerkbar.
27. Mai. A. Entw. bedeutend fortgeschritten.
B., C. Entw. schwach fortgeschritten.
D. Entw. kaum bemerkbar.
7. Juni. A. Thallus lang aufgehoben, durchsichtig, lange Rhizoiden.
D. Thallus breit, liegend, dicht.
B., C. Habitus zwischen A und D.
1. August. Wachstum in allen Kulturen fortgeschritten, Habitus wie am 7. Juni. Fortpflanzungsorgane nirgends angelegt. Liquidation des Versuchs (Tafel VII).

Die Resultate lassen sich folgendermaßen resümieren:

1. In unseren Versuchsbedingungen fängt die Entwicklung auf dem feuchtesten Nährboden am frühesten an.

2. Vom Grad der Bodenfeuchtigkeit hängt der Habitus der Pflanze ab, hohe Bodenfeuchtigkeit wirkt wie schwaches Licht und ruft Etiolement hervor. Den normalsten Anblick hatte die Pflanze auf 40 % Feuchtigkeit.

Dies ließ sich auch in den Kulturen in Reagenzröhrchen bemerken. Diejenigen Thallome, welche an der Wand lagen, wo der Dampf sich kondensierte, hatten den Anblick einer etiolierten Pflanze. Dies stimmt mit den Resultaten von Prof. GOLENKIN überein, welcher konstatierte, daß Lichtmangel und Wasserüberschuß analog auf Hepaticae wirken.

III. Einfluß der Salzkonzentration.

Diese Versuche wurden auf Nährlösung DETMER in Reagenzröhrchen angestellt. Es wurde die Wirkung von zwei Konzentrationen untersucht: 1,75 pro mille und 0,85 pro mille. Die Resultate waren vollkommen übereinstimmend und erwiesen folgendes:

Auf der höheren Konzentration waren die Thallome kleiner und stark gekräuselt, die Brutknospenbecher klein wie ein Nadelstich und wurden drei Wochen später angelegt, als in den Kulturen auf der schwächeren Konzentration. Dies stimmt mit den Resultaten von FORSTER überein. Er konstatierte ebenfalls bei *Marchantia* eine große Empfindlichkeit gegen Salzkonzentration und behauptet, daß ihre Erhöhung analog Trockenheit wirkt und bei der Pflanze Xerophytenanblick hervorruft.

Die vorliegende Untersuchung wurde im Biologischen Laboratorium am Staatsinstitut für wissenschaftliche Pedagogik in Leningrad, Frühjahr und Sommer 1926, ausgeführt.

Zum Schluß fühle ich mich verpflichtet, Prof. O. A. WALTHER meinen innigsten Dank für seinen Beistand auszudrücken.

Leningrad, Staatsinstitut f. wiss. Pedagogik, Juni 1927.

Literaturverzeichnis.

BENECKE, W. Über die Keimung der Brutknospen von *Lunularia cruciata*. Bot. Ztg. 61. 1. Abt., 1903.

BORODIN, I. Die Wirkung des Lichtes auf die Ausbildung der Farne. Bull. de l'Acad. des sciences de St. Petersbourg, T. XII, 1868.

COMBES. Annales de sc. nat. 9-me Série Tome II, 1910.

DACHNOWSKI, A. Zur Kenntnis der Entwickelungsphysiologie von *Marchantia polymorpha L.* Jahrb. für wiss. Bot. 44, 1907.

DAVY DE VERWILLE. Action de la lumière sur les mousses. C. R. Acad. Sc. Paris I°, 1925.

FORSTER, K. Die Wirkung äußerer Faktoren auf die Entwickelung und Gestaltbildung bei *Marchantia polymorpha*. Planta 3, Band 2/3, Heft 1927.

GOLENKIN, M. Morphologische experimentelle Untersuchungen über die Lebermoose. Wiss. Blätter der Moskauer Univers. XXI, 1904.

HEALD, F. Bot. Gaz. Vol. XXVI, I, 1898.

KLEBS, G. Über die Wirkung des Lichtes auf die Fortpflanzung der Gewächse. Biol. Centralblatt XIII, 1893.

—, —. Zur Entwickelungsphysiologie der Farnprothallien. Sitzungsber. der Heidelberger Acad. der Wiss., Mat. nat.-wiss. Klasse, Abt. B, 1916.

LEITGEB, H. Untersuchungen über die Lebermoose, 1881.

LILIENSTERN, M. Der Einfluß der H-Ionenkonzentration auf das Wachstum und die Entwickelung von *Saprolegnia.* Travaux de la société des naturalistes de Leningrad. Section Botanique Vol. LIV, 1924 (russisch mit deutsch. Resumé).

—, —. Über antagonistische Wirkung von H- und Ca-Ionen auf die Entwickelung von *Saprolegnia.* Eb. da Vol. LV, 1925 (russ. mit deutsch. Resumé).

LUBIMENKO, W. Production de la substance sèche et de la chlorophylle chez les végétaux supérieurs aux différentes intensités lumineuses. Ann. de sc. nat. VII, 1908.

PRINGSHEIM, E. Physiologische Studien an Moosen. Jahrb. f. wiss. Bot. 60, 1921.

SERVATTAZ, C. Développement et la nutrition des mousses en milieux stérilisés Ann. de sc. nat. XVII, 1913.

SCHULZ. Über die Einwirkung des Lichtes auf die Keimungsfähigkeit der Sporen der Moose, Farne und Schachtelhalme. Beihefte z. Bot. Centralblatt, Bd. 11, 1902

TRÉBOUX, O. Die Keimung der Moossporen in ihrer Beziehung zum Lichte. Berichte der deutsch Bot. Ges. 23, 1905.

UBISCH, G. Sterile Mooskulturen. Ber. d. deutsch Bot. Ges. XXXI.

WANN, F. B. Some of the factors involved the sexual reproduction of *Marchantia polymorpha.* Amer. Journ. of Bot. 12, 1925.

ZIMMERMANN, A. Über die Einwirkung des Lichtes auf den *Marchantia*-Thallus. Arbeiten des bot. Inst. in Würzburg, Bd. 2, 1882.

Figurenerklärung zu Tafel VII:

Fig. 1. Von links nach rechts: a) ohne Überzug; b) mit einem Bogen Papier; c) mit drei Bogen Papier.

Fig. 2. Archegonien.

Fig. 3. Feuchtigkeit 100 % von voller Wasserkapazität.

Fig. 4. Feuchtigkeit 40 % von voller Wasserkapazität.

---

48. Johannes Grüß: Die Luftblätter der Nymphaeaceen.

(Eingegangen am 16. Juli 1927. Vorgetragen in der Julisitzung.)

Bei den Nymphaeaceen unterscheidet man dreierlei Blattarten: Schwimm-, Wasser- und Luftblätter. Von diesen sind die Wasserblätter näher von P. A. ROSHARDT (diese Ber. Bd. XXXIII H. 9, p. 499) untersucht worden, der l. c. auch die Angaben über die Literatur zusammengestellt hat. Berichte über Form und Aufzucht der Luftblätter wurden zuerst von H. GLÜCK beigebracht in seinem Werk: Biologische und morphologische Untersuchungen über Wasser- und Sumpfgewächse, Teil 4, pag 303, wo der Beschreibung auch Abbildungen beigegeben sind.

Während *Nymphaea alba* sehr leicht zur Ausbildung von Luftblättern übergeht, ist dies bei *Nuphar luteum* meist mit Schwierigkeiten verbunden. Am besten ist es, diese Kulturen mit solchen Pflanzen auszuführen, deren Wurzelstöcke unverletzt sind, denn die Wundstellen gehen in Fäulnis über, so daß gewöhnlich das ganze Rhizom davon ergriffen wird und zugrunde gehen kann.

Um Luftblätter zu erhalten, ist es vor allem nötig, daß die Endknospe immer ein wenig aus dem Wasserspiegel herausragt, weswegen man diesen stets in gleicher Höhe zu halten hat. Die übrigen Kulturbedingungen macht man denen des natürlichen Standorts möglichst gleich.

In länger — mehrere Jahre — andauernden Kulturen werden die Luftblätter kleiner und kleiner und schließlich minimal (etwa 1 mm). Zwischen diesen und den großen Schwimmblättern gibt es zahlreiche Übergangsformen, die wie in der Größe auch der Form nach sehr verschieden sein können.

Mit der äußeren Form ändert sich stets der innere Bau der Luftblätter, wofür *Nuphar luteum* als Beispiel dienen möge. Schon in der Epidermis ist eine, wenn auch geringe Veränderung eingetreten: der Längsdurchmesser der Zellen ist kleiner geworden; er beträgt 10—25 μ, während er im normalen Schwimmblatt 25—45 μ erreicht.

Die Subepidermis der Unterseite besteht aus kubischen Zellen, deren Durchmesser zwischen 17,5 und 25 μ schwankt. ROSHARDT gibt hierfür im Wasserblatt mit Spaltöffnungen 40 μ an.

Ebenso haben sich die Pallisadenzellen verkürzt; ihr Durchmesser in der subepidermalen Lage ist 25—42 μ, im normalen Schwimmblatt 28—50 μ. In der zweiten Schicht sind die stark chlorophyllhaltigen Zellen 25—30 μ lang und im Schwimmblatt 45—50 μ. In der dritten Schicht ist der Unterschied noch größer, im Luftblatt 28—32 μ gegen 60—70 μ im Schwimmblatt.

Auf der Oberseite der Luftblätter fehlen die Spaltöffnungen ganz, oder sie sind in mehr und mehr beschränkter Zahl vorhanden. So fanden sich z. B. in einem Fall pro Quadratmillimeter 16 Spaltöffnungen gegen 40—70 im „Wasserblatt mit Spaltöffnungen" nach ROSHARDT l. c.

Auf der Unterseite beobachtet man Spaltöffnungen gewöhnlich nur über den randständigen Leitbündeln, selten sind sie weiter einwärts verbreitet oder gar nicht vorhanden. Häufig sind ihre Schließzellen mit Fett angefüllt. Sonst sind Fettzellen durch das ganze Gewebe zerstreut, und allgemein treten sie als Belag der Leitbündel auf. Bei Lichtmangel geht diese Fettsubstanz in Stärke über. Luftkammern und Sternhaare fehlen meist ganz oder sind mehr oder weniger stark reduziert.

Die Leitbündel sind, was ihre Dimensionen anbetrifft, wenig oder gar nicht verändert. Da aber die Blattfläche stark verkleinert ist, so stellen sich die Arbeitsleistungen viel ertragreicher für die Leitung im Luftblatt als für die des Schwimmblattes.

Die bis zum gänzlichen Fehlen verminderte Anzahl der Spaltöffnungen ergibt eine dementsprechend schwankende Verschiedenheit auf der Oberseite der Luftblätter im Verhältnis zu der der Schwimmblätter. Ähnlich so verhält es sich mit deren Unterseiten.

Hier finden sich zweierlei Epidermiszellen: größere, deren radiale Querwände wellenförmig verlaufen, und kleinere mit kreisförmigem Querschnitt, welche zu mehrzelligen kurzen Haaren auswachsen können. Da durch diese Zellen Wasser und darin gelöste Stoffe in das Parenchymgewebe eintreten, so habe ich sie „Haustoren" genannt, und in dem folgenden Bericht wird darüber noch Näheres mitgeteilt werden. (Abb. 1—11). Es ließ sich vermuten, daß diese „Schöpfzellen" irgendwie verändert werden, wenn sie dauernd nicht in Tätigkeit begriffen sind. Dies traf in der Tat zu. Zunächst verringert sich die Anzahl. Das normale Schwimmblatt hat etwa 200 Haustoren auf 1 qmm, das Luftblatt nach vielen Zählungen 9—112,5.

Daß diese Zahl so schwankend ist, liegt daran, daß die ersten Luftblätter noch nicht vollkommen ihre typischen Eigen-

schaften besitzen und erst die folgenden diese mehr und mehr erreichen. In diesem Verhältnis steht auch ihre Lebensdauer, indem die ersten nach kurzer Zeit zugrunde gehen; die späteren bleiben länger in Funktion.

Die Haustoren verhalten sich wie die Spaltöffnungen, die aber ganz verschwinden können, was für jene nicht beobachtet werden konnte. In den Luftblättern verlieren ferner die Haustoren allmählich die Eigenschaft, Farbstoffe aufzunehmen. Ihr Inhalt verändert sich also, wie man dies schon an der sich bräunenden Färbung erkennen kann.

Andere Haustoren werden dadurch unwirksam gemacht, daß sie zusammenschrumpfen, wie dies aus der Fig. 15, Taf. VIII, zu erkennen ist.

Im Blattstiel und in der Blattspreite werden der zeitlichen Reihenfolge entsprechend die Luftkammern kleiner und kleiner, so daß sie schließlich größeren Intercellularräumen gleichkommen, und in gleicher Weise werden dann die Sternhaare reduziert, die schließlich gar nicht mehr ausgebildet werden.

Dies ist der gewöhnliche Fall. Eine andersartige Veränderung der Luftkammern ließ sich in den Blattstielen eines sehr kräftigen Wurzelstockes beobachten, dessen Auswachsen intensiv vor sich ging. Die Länge betrug 12 cm und die Dimensionen der Blattspreite waren 7×5,5 cm.

In der Wandung der Luftkammern hatten sich sekundäre Cambialzonen ausgebildet, von denen aus in den Luftraum hinein Zellen abgeschieden wurden, die stark verholzten. Die Endzellen der Initialreihen, die also die Mitte der Luftkammer einnahmen, rundeten sich, wenn sie nicht dicht zusammenstießen, blasenförmig ab. (Vgl. Fig. 14, Taf. VIII.) Hierzu sei bemerkt, daß dieser Fall nur einmal eintrat. Ein anderer Typus war folgender: Die Luftkammern waren erheblich verkleinert. Im Gewebe war keinerlei Verholzung zu bemerken, selbst viele Sternhaare blieben unverholzt, nur einzelne färbten sich mit Phoroglucin+Salzsäure schwach rot. Dagegen erwiesen sich die Basalzellen der Haustoren stark verholzt; sie fungierten hier also als mechanische Elemente zur Versteifung des Stengels. Dies ließ sich auch aus der Verteilung der Haustoren schließen: Der untere Stengelteil war so dicht mit Haustoren besetzt, daß diese sich berührten; man könnte sich vorstellen, daß sie gewissermaßen einen festen Mantel bildeten, der nach oben hin sich lockerte, denn hier nahm ihre Anzahl ab, so daß sie allmählich immer weiter auseinanderstanden.

Daß die Verholzung der Sternhaare verringert war, kam wohl daher, daß die für den Verlauf des Prozesses notwendigen Baustoffe mehr zur Ausbildung der Haustorbasalzellen verbraucht wurden, und die Quantität dürfte verhältnismäßig nicht gering gewesen sein, da der Blattstiel an der Insertion 8 mm breit war.

Weiter trifft man auf folgende Erscheinung: Die Luftkammer wird von einer verholzten Membran umschlossen, die den wandständigen Zellen aufgelagert ist, und die Verholzung kann auch selbst auf deren Zellhäute übergreifen.

Schließlich sei noch erwähnt, daß die Luftkammern mit einem mehr oder weniger dichten oder zähflüssigen Gummischleim ausgefüllt werden können.

Allen diesen Einrichtungen liegt das Prinzip zugrunde, die Luftkammer zu verkleinern resp. zu beseitigen. Die Sternhaare, die mehr und mehr und endlich ganz verschwinden, erfahren bei *Nymphaea alba* eine auffallende Umwandlung: sie werden zu langgestreckten, in den Luftblättern bis zu 2,5 mm langen Prosenchymzellen umgewandelt und dienen (im Blattstiel und in der Hauptader des Blattes) als mechanische Elemente.

Im inneren Bau können die Blattstiele der Luft- und Schwimmblätter von *Nymphaea alba* beträchtlich verschieden sein. Das Hauptgewebe in diesem Teil der Schwimmblätter, deren Stiel eine Länge von 2—3 m hat, besteht aus gestreckten Epidermiszellen, die 90—145 μ lang und 17—20 μ breit sind. In den Luftblättern sind diese Hautzellen viel kürzer, sie erreichen nur ein Fünftel bis ein Viertel jenes Betrages und werden kubisch.

Unter der Epidermis der Luftblätter sind ferner die prosenchymatisch umgewandelten Haarzellen stark vermehrt; genauere Messungen hierüber stehen noch aus.

Was die biologischen Verhältnisse anbetrifft, so mögen hier nur die folgenden Beobachtungen mitgeteilt werden. Bei der Kultivierung von *Nuphar luteum* gehen die ersten Blätter bald zugrunde, da sie nicht zweckmäßig ausgebaut sind. Die folgenden halten sich schon länger und länger, bis der Sproß den Höhepunkt seiner Entwicklung erreicht hat. Bald darauf muß aber wohl die Pflanze unter Wasser gesetzt werden, denn nun nehmen die Luftblätter an Größe ab, bis schließlich nur noch verkümmerte minimale Blättchen hervorgebracht werden; dann geht der Wurzelstock meist ein.

Eine zweite biologische Erscheinung ist der Hydrotropismus der Blattstiele an den Übergangsblättern. Dadurch, daß auf der

Oberseite eine stärkere Zellvermehrung als auf der Unterseite stattfindet, krümmen sich die Blattstiele, so daß die Blattspreiten unter Wasser gelangen. Infolgedessen halten sich die Blätter länger, als wenn man sie durch Senkung des Wasserspiegels zwingt, in der Luft weiter zu vegetieren.

Eine noch andersartige Beobachtung ist die, daß am Rande der Luftblätter Wassertropfen austreten. Diese können nur aus den Spaltöffnungen herrühren, die sich auf der Blattunterseite oberhalb der randständigen Gefäßbündel befinden (vgl. Fig. 13, Taf. VIII). Ob auch aus Spaltöffnungen der Oberseite Wassertropfen ausgeschieden werden können, läßt sich hier nicht ermitteln.

Es sei schließlich noch erwähnt, daß die Ausbildung der Luftblätter bei *Nymphaea alba* gänzlich durch eine Infektionskrankheit verhindert wird. Dies ist leicht erklärlich, denn an den von einem *Coccus* befallenen Individuen werden die Blattstiele brüchig und faulen schließlich an einer oder mehreren Stellen durch. Die Krankheit scheint für *N. alba* ganz spezifisch zu sein, denn im Teufelssee an den Müggelbergen (Friedrichshagen), wo ich sie beobachten konnte, war *Nuphar luteum* — selbst in nächster Nachbarschaft — völlig intakt geblieben. Ich behalte mir vor, über diese Krankheit noch an anderer Stelle zu berichten. Bei der Kultivierung von *Nuphar luteum* macht sich eine, wahrscheinlich nicht spezifische Krankheit recht störend bemerkbar. Die Rhizome mit Schnittfläche oder mit Hautverletzung gehen an diesen Stellen leicht in Fäulnis über. Man findet hier ein Bakterium, welches imstande ist, zu polarisieren, und infolge seiner drehenden Bewegung kann die Polarisation intermittierend verlaufen. Auch über diese Erscheinung werde ich später noch nähere Mitteilungen beibringen.

---

49. Johannes Grüß: Die Haustoren der Nymphaeaceen.

(Mit Tafel VIII.)

(Eingegangen am 16. Juli 1927. Vorgetragen in der Julisitzung.)

Wie in der vorhergehenden Abhandlung mitgeteilt wurde, sind gewisse, durch ihre Form gekennzeichnete Epidermiszellen auf der Unterseite der Schwimmblätter in der Familie der Nymphaeaceen als Haustoren bezeichnet worden.

In der Literatur findet sich hierüber eine Bemerkung von P. A. ROSHARDT (diese Ber. Bd. XXXIII H. 9), der diese Zellen als „Ölpapillen" bezeichnet. Offenbar meint er damit diejenigen, welche zu kurzen Haaren ausgewachsen sind. Diese Bezeichnung ist aber nur bedingt richtig, denn in diesen Trichomen entstehen erst dann allmählich ölige Substanzen, wenn sie seneszieren, d. h. ihre eigenartigen Funktionen nach und nach einstellen.

Es mögen hier die Arbeiten von PERROT und MAYR (1914) erwähnt werden, in denen über die sogenanten Hydropoten von *Limnanthemum* und *Villarsia*arten berichtet wird. Dies sind ähnliche Einrichtungen wie die Haustoren, und dazu sei bemerkt, daß W. RIEDE in seinen „Untersuchungen über Wasserpflanzen" (Flora 1921, Bd. 14) folgendes angibt: „Im Gegensatz dazu stehen Nymphaeaceen, hydropotenfreie Pflanzen, deren dünne Epidermis gleichmäßig befähigt ist, Wasser passieren zu lassen."

Die Haustoren bilden einen Zellapparat, der bei *Nuphar luteum* aus 3 Elementen besteht. Die oberste Zelle wölbt sich blasenartig nach außen. Darauf folgen 2 untereinander liegende Basalzellen, deren Wandungen verholzt sind und die den gleichen Durchmesser besitzen. Darunter befindet sich die größere Subepidermiszelle (Fig. 1 u. 2). Bei *Nymphaea alba* ist die Schöpfeinrichtung gleichfalls aus 3 Zellen zusammengesetzt. Die untere Basalzelle umschließt bis auf die äußere, sich verholzende Wandung die obere, und da jene allseitig größer wird, erscheint diese dann von oben gesehen, wie von einer Ringzone umgeben (Fig. 3 u. 4). Im Jugendzustand ist nur eine Basalzelle vorhanden, und es ist vielleicht möglich, daß die zweite nicht immer entwickelt wird. Die überlagernde Kopf- oder Endzelle hat die Form einer plankonvexen Linse. Nur 2 Zellen besitzt der Haustor bei *N. Lotus*. Seine Kopfzelle ist gleichfalls linsenförmig, und zwar bikonvex bis plankonvex (Fig. 5 und 6).

Die Haustoren der *Victoria regia* (Fig. 7 und 8) sind denen der vorigen Art sehr ähnlich. Nur auf den Stacheln, die sich auf den hervortretenden Blattrippen befinden, ist die Basalzelle kleiner als die Endzelle, die fast blasenförmig sich über das Epidermisgewebe erheben kann. Jene ist hier unverholzt, während das Haut- und Unterhautgewebe stark die Holzreaktion gibt.

Unter den Haustoren der Luftblätter trifft man nicht selten solche an, die unvollkommen ausgebildet sind oder (Fig. 15) deren Entwicklung anormal erfolgt. Man kann sie als „verzerrte Haustoren" bezeichnen. Nicht nur ihre Form, sondern auch ihr Inhalt ist metamorphosiert. Sie kommen gelegentlich auf der Oberseite der Schwimmblätter vor, haben dann von oben betrachtet, also in der Flächenansicht, eine ausgezackte oder wellenförmig verlaufende Randlinie und ihr Durchmesser ist nach einer Richtung hin mehr oder weniger stark verlängert. Die Randlinie kann mehrere Zellen einschließen, in welchem Fall die Basalzellen vielleicht aus ihrer Lage verschoben und nach oben gerückt wurden. Würde diese Erklärung richtig sein, so träfe die Bezeichnung „verzerrt" oder rudimentär für diese Gebilde recht eigentlich zu.

Am meisten verzerrt sind die Haustoren, die sich in bedeutend geringerer Zahl als auf den Blättern an den Haftwurzeln vorfinden. Sie haben die Form eines breiten Kegels, dessen basaler Durchmesser länger ist als die Höhe, und dessen Seiten mehr oder weniger einwärts gebogen sind. Die Haftwurzeln scheinen diese Organe entbehren zu können, die nach ihren noch zu erwähnenden Eigenschaften mehr für das assimilatorische Gewebe eingerichtet sind. Daß sie nicht normal funktionieren, geht schon daraus hervor, daß die Basalzellen fehlen.

Die wichtigste Eigenschaft der Haustoren ist wohl diejenige, daß sie haarförmig auswachsen können; sie gehen dann in „Haarhaustoren" über.

Der Bildungsvorgang verläuft bei *Nuphar luteum* folgendermaßen: Die blasenförmige Kopfzelle bläht sich auf und verlängert sich, bis sie etwa das Vier- oder Fünffache ihres Durchmessers erreicht hat. Wird sie länger, so teilt sie an ihrem Grunde, also über der oberen Basalzelle, eine kubische Zelle ab. Diese wiederholt den Teilungsvorgang, und so setzt sich das Haar aus 3 Grundzellen und einer stumpfspitzig zulaufenden Endzelle zusammen, die länger ist als jene 3 zusammengenommen (Fig. 10). Auf den Luftblättern wachsen die Haustoren nicht zu Haaren aus. Ganz charakteristisch sind die Haarhaustoren bei *Nymphaea Lotus*. Die Kopfzelle wird blasenförmig und verlängert sich dann zu einem

schlanken Kegel, der nun mit verbreitertem Grunde der einzigen Basalzelle aufsitzt. Die Höhe dieses spitzen Kegels beträgt etwa 0,12 mm (vgl. Fig. 11).

Bei der *Victoria regia* verläuft der Haarbildungsprozeß ganz ähnlich so; nur werden die Trichome viel länger und die vorrückende Endzelle teilt sich mehrmals. Da sich die Teilzellen an einem oder an beiden Enden zwiebelförmig verdicken, so kann man diese Gebilde als „Gliederhaare" bezeichnen. Ihre Länge schwankt zwischen 0,35 und 0,65 mm. Sie finden sich auf der ganzen Blattunterseite, auf den weit vorspringenden Rippen und den dazwischenliegenden Blattflächen (Fig. 9). Der aufsteigende, in die Luft ragende Blattrand ist außen dicht mit diesen, hier etwas länger werdenden Gliederhaaren besetzt. Diese bilden ein engmaschiges Netzwerk, welches wie Fließpapier wirkt, also durch Kapillarkraft das Wasser in die Höhe pumpt, so daß also auch die randständige Blattfläche vom Wasser umspült wird.

Durch diese Einrichtung wird ein Übelstand unterbunden, der sonst leicht eintreten könnte. Wie sich nämlich bei den Kulturversuchen zur Erzielung von Luftblättern zeigte, trockneten ganz regelmäßig ihre Ränder ein und schrumpften zusammen, es fehlte ihnen offenbar jener schützende Wassermantel. Es sei hier noch erwähnt, daß die randständigen Gliederhaare der *Victoria regia* stark kutinisiert sind, worüber noch weitere Angaben in der ausführlichen Abhandlung zu machen sind.

Was nun die Funktion der Haustoren und der aus ihnen hervorgegangenen Haarzellen anbetrifft, so kann ich an dieser Stelle nur im allgemeinen über die physiologischen Eigenschaften und über die Versuche berichten, die ich nach dieser Richtung hin angestellt habe.

Die Haustoren nehmen zunächst Farbstoffe — und zwar manche fast momentan — auf. Ebenso geschieht dies mit Nährsalzen. Dagegen erweisen sich die Haustoren als Sperrvorrichtungen gegen das Eindringen von Giftstoffen: so z. B. starben in einer 0,1proz. Lösung von Kaliumferrocyanat nach mehr oder weniger langer Zeit sämmtliche Wasserpflanzen, Algen, wie Gefäßpflanzen ab; während sich die Nupharblätter frisch erhielten. In dem Plasma ihrer Haustoren fand sich kein Cyanat oder nur Spuren davon in den älteren und mehr oder minder in den radialen Wandungen der Haustorzellen. Andererseits müssen beträchtliche Wassermengen hindurchgegangen sein, denn das Blatt befand sich möglichst unter Insolation. Im Gegensatz dazu ließ sich z. B. Magnesiumsulfat in den Kopfzellen der Haustoren nachweisen.

Rohrzucker und Glykose werden leicht aufgenommen, und es zeigte sich, daß die letztgenannte zu Rohrzucker revertiert wurde, ebenso in den Haarhaustoren. Diese Organe stimmen nach ihrem ganzen Verhalten, morphologisch und physiologisch, mit den Saughaaren der Wurzeln überein, und in gleicher Weise die Haustoren mit den Epithelzellen des Skutellums der Gramineen. Hier kommt noch eine weitere Ähnlichkeit hinzu: das ist die Fettbildung in ihrem älteren Lebensstadium.

Morphologisch sind die Haustoren und die erwähnten Epithelzellen darin verschieden, daß diese sich zwar verlängern, aber nicht zu mehrzelligen Haaren, selbst nicht in günstigen Nährlösungen, wie jene auswachsen können. Ein physiologischer Unterschied zwischen beiden besteht darin, daß die Epitheldrüsenzellen die amylolytisch wirkende Peroxydiastase in das stärkehaltige Endosperm abscheiden, wogegen diese Funktion an den Haustoren nicht beobachtet werden konnte.

Wodurch werden nun alle die übrigen Eigenschaften, die beide gemeinsam haben, bedingt? Die hierfür in Anspruch zu nehmende Ursache kann nur in dem hohen Nukleingehalt liegen.

Zum Nachweis der Nukleinstoffe fand ich eine Vanadylverbindung sehr geeignet, die bisher nicht bekannt war. Man bereitet sie folgendermaßen: 0,2 g gelbbraune Vanadinsäure (Präparat durch KAHLBAUM als „Vanadinsäure“ zu beziehen), werden mit 5 ccm Salzsäure übergossen und bis zur Lösung erwärmt. Dann setzt man 0,1 g pulverisierte Weinsäure hinzu und erhitzt, bis sich diese unter Aufschäumen von Kohlensäure zersetzt hat. Die noch überschüssige Salzsäure wird durch gelindes Abrauchen möglichst entfernt. Die schön blau gefärbte, zu 2 ccm wieder aufgefüllte Flüssigkeit wird durch ein kleines Filter von dem ungelöst gebliebenen Rückstande befreit und verschlossen aufbewahrt.

Die zweite Lösung, die noch nötig ist, enthält ein Lithiumsalz, das folgendermaßen hergestellt wird: 0,5 g Lithiumhydroxyd werden in 20 ccm Wasser gelöst, worauf man unter Erwärmen soviel frisch gefällte und gut ausgewaschene Molybdänsäure hinzugibt, daß in der Flüssigkeit ein kleiner Rest übrig bleibt. Einige Tropfen auf Lackmuspapier gebracht, müssen eine deutlich saure Reaktion ergeben.

Um die Farblösung zusammenzusetzen, gibt man 0,2 ccm der blauen Vanadinlösung in ein verschließbares Glasröhrchen, setzt 1,5 ccm und tropfenweise mehr und mehr der Lithiumsalzlösung hinzu, bis die Flüssigkeit braunviolett bis bordeauxfarbig geworden ist. Bevor man die Farblösung verwendet, hat man erst die Objekte

vorzubereiten: Dünne Oberflächenschnitte, welche die Haustoren oder Epithelzellen enthalten, läßt man 48 Stunden in öfter zu erneuerndem Alkohol-Äther oder solange darin liegen, bis sie frei von Fett sind. Darauf wird die ätherische Lösung durch Wasser ersetzt, und man behandelt nun die Schnitte zur Peptonisierung der übrigen Eiweißstoffe mit Pepsin-Salzsäure. Nach dem Auswaschen derselben verbleiben die Schnitte eine viertel- bis halbe Stunde in verdünntem Ammoniak, der durch abwechselndes Ausspülen mit Wasser und Alkohol sorgfältig entfernt werden muß. Dann erst bringt man die Objekte in die Farblösung, und aus dieser kann man sie in Glycerin übertragen.

In den Haustoren und den Epithelzellen des Gramineenschildchens sind die Nucleinstoffe in Form kleiner Körnchen — Nukleomikrosomen — durch das ganze Plasma zerstreut. Größere Körperchen oder zusammengeballte Mengen, die in den Haustoren unregelmäßig geformte Platten bilden, kommen im Kern vor, besonders wenn dieser sich, wie in den Haustorhaaren, zur Teilung anschickt.

Dafür, daß die Nukleomikrosomen in naher Beziehung zur Rohrzuckerbildung stehen, kann ich folgende Beobachtungen anführen: In den Wurzelspitzen (Gramineen) schwindet die von oben zugeleitete Glykose und statt derselben findet sich Rohrzucker, und außerdem läßt sich noch mit Salzsäure ein gebundener, reduzierend wirkender Zucker abspalten.

Ein Nukleinpräparat nahm aus einer Glykoselösung diesen Zucker auf, der nachher durch Erhitzen mit Salzsäure abgeschieden werden konnte. Wie ich fand, betrug die Abspaltung 10 % auf die Substanz bezogen. In den embryonalen Endospermzellen der Gramineen sammeln sich die Plastiden um den reichlich nukleinhaltigen Zellkern und leiten den Rohrzucker ab, indem sie daraus Stärke bilden.

Ein ähnlicher Vorgang muß wohl an den Haustoren stattfinden: sie nehmen Glykose auf, verwandeln diese mit Hilfe der Nukleinstoffe in Rohrzucker, den sie nun an die Nachbarzellen abgeben. Damit diese recht viel inkorporieren können, und zwar über den Grenzgehalt an Rohrzucker hinaus, verwandeln sie ihn in Stärke (bei Lichtabschluß).

Wahrscheinlich verläuft auch dem analog der Wandlungsvorgang in den verdunkelten Fettzellen. Unter den Zwischenprodukten zwischen Fett und Stärke dürfte sich letzten Endes Rohrzucker befinden.

Daß alle die erwähnten Stoffe von den Haustoren leicht aufgenommen werden können, liegt daran, daß die Kopfzelle an ihrem Pol entweder gar nicht oder nur sehr schwach kutinisiert ist; ausgenommen sind vor allen anderen die randständigen Haarhaustoren der *Victoria regia*, deren Gliederzellen unregelmäßig stark kutinisiert sind. Sie stellen eben nur ein Wasserhebewerk dar, das besonders gegen Schneckenfraß usw. geschützt werden muß.

Die zweite Hauptfunktion der Haustoren und Haarhaustoren besteht darin, daß sie die Wasserwege darstellen, durch welche der Wasserverlust infolge der Verdunstung an der Blattoberseite immer wieder rückgängig gemacht wird.

Von den mehrfachen Versuchen, die ich zur Lösung dieser Frage unternommen habe, will ich hier nur einen als Beispiel anführen: Wenn man ein Blatt auf der Unterseite mit Gummilösung oder Kollodium belegt und auf Wasser schwimmen läßt, so stirbt es fast ebenso schnell ab wie ein gleich großes, welches man mit dem Stiel in einen Zylinder mit Wasser steckt, so daß die Blattspreite allseitig in die Luft ragt. In beiden Fällen hält sich eine kleine Stelle über dem Blattstiel noch längere Zeit lebend.

Unter der Voraussetzung, daß diese Anschauung richtig war, mußte gefolgert werden, daß die Haustoren derjenigen Luftblätter die sich längere Zeit hielten, nicht zu Haaren auswachsen und daß ihr Inhalt metamorphosiert wird. Beide Schlußfolgerungen trafen in der Tat zu.

Hierzu entnehme ich folgendes aus meinen Protokollen: Die Haustoren der Luftblätter einer Gartenvarietät enthielten meist viel Fett und speicherten merkwürdiger Weise nicht Eosin und Erythrosin, welches sonst fast momentan aufgenommen wird. Dagegen wurden Methylenblau, Methylgrün und Kristallviolett gespeichert.

Das Plasma dieser Haustoren war also unbedingt irgendwie verändert; denn nach Entfernung des Fettes verhielten sie sich genau so wie vorher.

Noch mehr war ich erstaunt, daß sich in den Luftblättern von *Polygonum amphibium* die mehrschichtigen Haustoren ganz ebenso verhielten.

In der Metamorphosierung der Lufthaustoren geht *Nuphar luteum* noch einen Schritt weiter.

Die Untersuchung wurde an einem Übergangsblatt ausgeführt, dessen Blattstiel umgebogen war, so daß die Blattspreite das Wasser berührte. Der Wurzelstock der Pflanze befand sich 2 Jahre hindurch in Kultur. Auf der Blattunterseite wurden 112,5 Haustoren pro qmm ausgezählt.

Das Vergleichsobjekt war ein junges normales Blatt aus dem Teufelssee mit 170 Haustoren, von denen einige im Teilungszustand begriffen waren.

Dünne Oberflächenschnitte wurden gleichzeitig in eine Kristallviolettlösung gelegt, in der sie nach einiger Zeit folgendes Verhalten zeigten:

Die Haustoren des Schwimmblattes hatten alle den Farbstoff energisch gespeichert, die des Luftblattes dagegen verhielten sich nicht so gleichmäßig: unter 18 Haustoren im Gesichtsfeld nahmen 3—4 das Kristallviolett gut an, 3 nur schwach und 11—12 gar nicht, oder auf 1 qmm umgerechnet sind diese Werte etwa 18—22, 18 und 72,5—76,5.

In einem andern Fall mit vollkommen ausgebildetem Luftblatt und bei längerer Einwirkungsdauer des Farbstoffes waren alle Haustoren des Schwimmblattes dunkelviolett gefärbt, die des Luftblattes waren fast alle hell, ein Unterschied, welcher noch deutlicher in Glycerin hervortrat.

Was nun die Frage anbetrifft, ob nur die Haustoren als Wasserwege eingerichtet seien, so könnte man alle die bisher mitgeteilten Tatsachen und Versuche für belanglos ansehen. Es erscheint mir jedoch mindestens als sehr wahrscheinlich, daß die übrigen Epidermiszellen auch nicht Wasser durchlassen, und zwar aus folgendem Grunde: Läßt man Blätter von *N. alba* oder *Lotus* auf Wasser schwimmen, in dem sich ein feiner Niederschlag, am besten chinesische Tusche befindet, so scheiden sich die Kohlestäubchen als dicker Belag auf den Kopfzellen der Haustoren oder als dicker Mantel um die Haarhaustoren ab.

In gleicher Weise scheiden sich Eisenoxydkörnchen ab, wenn man die Blätter auf einer kolloidalen Eisenhydroxydlösung schwimmen läßt. Hier müßte der Niederschlag doch eine gleichmäßige Decke bilden, wenn alle Epidermiszellen gleichmäßig Wasser aufnehmen würden.

Schließlich seien hier noch einige Mitteilungen über die Entwicklungsgeschichte der Haustoren beigebracht. Als ich zum erstenmal die Haustoren, und zwar an älteren Blättern beobachtete, war ich der Meinung, daß diese runden Zellen ganz einfach von den anderen Epidermiszellen abgeschnürt werden. Dies erwies sich als falsche Vorstellung. Die Haustoren gehen nie aus einer gewöhnlichen Oberhautzelle hervor, sondern stammen von Urhaustoren ab. Auf dem embryonalen Blattkegel sehen alle diese Zellen noch gleichartig aus. Sobald indessen die Streckung beginnt, heben

sich einige dieser Zellen durch Form und Nukleingehalt ab. Von diesen stammen durch amitotische Teilung alle die folgenden ab. Die geteilten Haustorzellen rücken auseinander und dazwischen schieben sich die gewöhnlichen Epidermiszellen ein.

Zum Schluß möge es mir vergönnt sein, dem Direktor des botanischen Gartens, Herrn Professor Dr. PILGER, meinen wärmsten Dank dafür auszusprechen, daß mir die Literatur zur Verfügung stand, und daß ich reichlich mit Material versorgt wurde.

Figurenerklärung zu Tafel VIII.

Fig. 1. Haustor von *Nuphar luteum* im Längsschnitt. k = Kopfzelle. b = Basalzellen.
Fig. 2. Wie vorher, Flächenansicht.
Fig. 3. Haustor von *Nymphaea alba* im Längsschnitt.
Fig. 4. Wie vorher, Flächenansicht. z = Zone um die Kopfzelle.
Fig. 5. Haustor von *Nymphaea Lotus* im Längsschnitt.
Fig. 6. Wie vorher, Flächenansicht.
Fig. 7. Haustor von *Victoria regia* im Längsschnitt.
Fig. 8. Wie vorher, Flächenansicht.
Fig. 9. Haarhaustor der *Victoria regia*.
Fig. 10. Haarhaustor von *Nuphar luteum*.
Fig. 11. Haarhaustor der *Nymphaea Lotus*.
Fig. 12. Spaltöffnungen der Blattunterseite eines Luftblattes von *Nuphar luteum*. a. Mit Stärke und Rohrzucker in den Schließzellen; b. Die eine Schließzelle mit Stärke, die andere mit Fett; c. Schließzellen mit harzig-fettartigen Massen beim Erwärmen mit Kalilauge; Längsdurchmesser der Mündung quergestellt zum Längsdurchmesser der Schließzellen; d. Schließzellen mit Fettinhalt.
Fig. 13. Querschnitt durch den Rand eines Luftblattes von *Nuphar luteum*. G = randständiges Gefäßbündel, s = Spaltöffnung, h = verkümmerter Haustor.
Fig. 14. Querschnitt durch eine Luftkammer aus dem Blattstiel eines Luftblattes von *Nuphar luteum*. Der Innenraum wird mit verholzenden Zellen und mit Gummischleim ausgekleidet.
Fig. 15. Verkümmerter oder verzerrter Haustor eines Luftblattes von *Nuphar luteum*.

---

50. Hans Fitting: Über einen Motorgenerator zur Erzeugung von konstantem elektrischem Strom.

(Mit 1 Textfigur.)

(Eingegangen am 26. Juli 1927. Vorgetragen in der Julisitzung.)

Das Bedürfnis, bei Belichtungsversuchen über möglichst konstantes Licht zu verfügen, hat neuerdings auch in verschiedenen botanischen Instituten bekanntlich Veranlassung zur Einführung von Akkumulatorenanlagen gegeben, die von den Spannungsschwankungen der öffentlichen Stromnetze natürlich unabhängig machen und einen hinreichend konstanten Strom liefern. Jedoch sind mit solchen Anlagen gerade in biologischen Instituten manche Unzuträglichkeiten verbunden. Erfordern sie doch besondere Kellerräume, worin die Schwefelsäuredämpfe, die der Batterie ständig entströmen, keinen Schaden anrichten können, ferner natürlich ein besonderes Stromnetz, vor allem aber ständige sorgfältige Wartung durch eine nicht überall vorhandene sachverständige Hilfskraft. Ein besonders großer Nachteil solcher Anlagen besteht ferner darin, daß sie dauernd benutzt werden müssen, da die Akkumulatoren sonst verderben; man darf diese also unter keinen Umständen nach Abschluß einer Reihe von Belichtungsversuchen jahrelang unbenutzt lassen. Auch ist man bei solchen Versuchen mehr oder weniger an das Gebäude gebunden, in das die Akkumulatorenanlage eingebaut worden ist; und das ist besonders unangenehm, wenn die Institutsräume weit auseinander liegen, wie z. B. bei uns in Bonn, wo sie teils zerstreut in dem weitläufigen Poppelsdorfer Schloß, teils weit davon entfernt sich in einem besonderen Versuchsgewächshaus des Gartens befinden.

Vor die Notwendigkeit gestellt, auch für mein Institut konstante Lichtquellen für in Aussicht genommene pflanzenphysiologische Untersuchungen zu beschaffen, habe ich es daher in den letzten Jahren für der Mühe wert gehalten, die Frage einmal näher zu prüfen, ob das Problem nicht auch auf ganz anderem Wege gelöst werden kann. Allerdings wäre dies nicht möglich gewesen ohne Unterstützung und Rat seitens einiger auf diesem Gebiete erfahrener Physiker und besonders Elektrotechniker. In dieser Hinsicht bin ich meinen hiesigen physikalischen Kollegen, den Herren Prof. Dr. KONEN und Prof. Dr. EVERSHEIM, sowie der physikalisch-technischen Reichsanstalt in Charlottenburg, im

besonderen Herrn Geh. Rat Prof. Dr. GRÜNEISEN und Herrn Regierungsrat Dr. ing. VIEWEG für die mir in reichem Maße gewährte Hilfe zu großem Dank verpflichtet, wie ich auch der Fabrik elektrischer Maschinen und Apparate von Dr. MAX LEVY, Berlin N 65, Müllerstraße 30, für verständnisvolles Eingehen auf unsere Anregungen bestens zu danken habe.

Die genannten Physiker schlugen vor, den Strom dem öffentlichen Elektrizitätswerk, einer Überlandzentrale in Brühl, die mein Institut mit Dreh- und Wechselstrom beliefert, zu entnehmen, seine Spannungsschwankungen aber durch einen geeigneten Drehstrom-Gleichstrom-Motorgenerator auszuschalten, dessen Sekundärspannung von den primären Schwankungen des Werknetzes praktisch ganz unabhängig ist, vorausgesetzt, daß die Periodenzahl des gelieferten Drehstroms konstant bleibt. Die obenerwähnte Firma hat mir zufolge dieser Anregung ein Umformer-Aggregat geliefert, wozu sie folgende Erläuterungen gibt:

„Die von den Überlandwerken gelieferte Spannung ist bekanntlich starken Schwankungen unterworfen, da der Spannungsverlust in den Leitungen und Transformatoren der jeweiligen Belastung proportional ist. Dagegen ist die Periodenzahl des gelieferten Drehstroms an allen Punkten des Netzes und bei jeder Belastung stets die gleiche, da sie nur von der Drehzahl der Stromerzeuger abhängt, die von den empfindlichen Turbinenreglern sehr genau konstant gehalten wird. Auf dieser Überlegung beruht die Wirkungsweise des gelieferten Umformers. Der Antrieb-Motor ist ein Drehstrom-Motor mit sehr geringem Schlupf, dessen Drehzahl praktisch unabhängig von der ihm zugeführten Spannung ist, also bei gleichbleibender Periodenzahl genau konstant bleibt. Da nun die Spannung der Gleichstrom-Dynamo bei gleichbleibender Drehzahl und Belastung nur von ihrer Erregung abhängt, so kommt es darauf an, den Erregerstrom möglichst genau konstant zu halten. Dies konnte durch zweckmäßige Bemessung der Erregerwicklung des Stromerzeugers in dem praktisch erforderlichen Maße erreicht werden."

Das Aggregat (Modell DK 36/2—G 33), bestehend aus dem Drehstrom-Kurzschlußanker-Motor M (vgl. Fig. 1) und einer Gleichstrom-Nebenschluß-Dynamo G, die mittels elastischer Lederringkuppelung gekuppelt sind, erfüllt folgende von mir gestellte Bedingungen: Reichliche Dimensionierung, primäre Stromaufnahme zirka 12 Ampère pro Phase des Drehstroms, Periodenzahl 50, primäre Spannung 110 Volt, sekundäre Leistung des Gleichstroms 1 Kilowatt gleich bis zu 4,5 Ampère Gesamtstrom der an-

zuschließenden Lampen, so daß damit dauernd bis zu 2000kerzige Halbwattlampen gespeist werden können, sekundäre Spannung 220 Volt, Ausstattung mit Sterndreieckschalter St und Nebenschlußregler N; beide Maschinen offen mit guter Eigenlüftung, um ihre Erwärmung niedrig zu halten, ferner mit Kugellagern, um die Reibung weniger abhängig vom Belastungs- und Erwärmungszustand als bei den sonst üblichen Gleitlagern zu

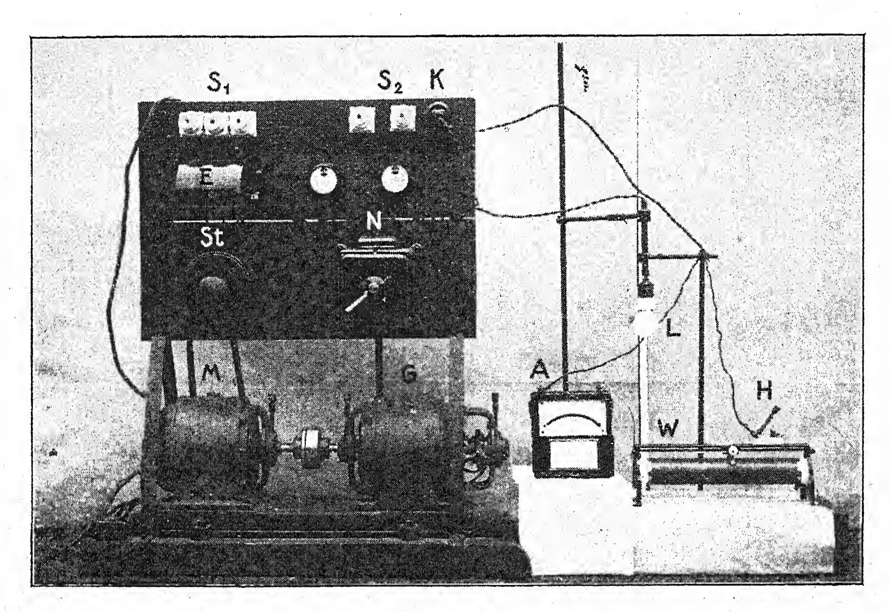


Fig. 1.
ca. $^1/_{18}$ nat. Größe.

machen, überhaupt so gebaut, daß sie von sekundären Spannungsschwankungen infolge Frequenz- und Erwärmungsänderungen unabhängig sind. Die Generatorspannung auf 220 Volt zu bemessen, empfahl sich deshalb, weil bei höheren Spannungen die Gleichmäßigkeit der Arbeitsweise des Generators sich infolge Verringerung der Bürstenübergangsverluste bessert.

Der Motorgenerator wurde von der Fabrik auf einer gemeinsamen gußeisernen Grundplatte montiert geliefert; ich habe diese Platte, wie Fig. 1 zeigt, auf 2 Holzbalken aufschrauben lassen; diesen ist zugleich eine senkrechte Holzplatte aufmontiert, auf der der Aus- und Einschalter E, der Sterndreieckschalter St, der Nebenschlußregler N, die Sicherungen, und zwar 3 (S 1) links für

den Drehstrom-Motor und 2 (S 2) rechts für den Generatorstromkreis, die Stechkontakte, sowie endlich ein Volt- und ein Ampèremeter (dieses ist übrigens entbehrlich) angebracht sind. Stechkontakte habe ich zwei vorsehen lassen, einen vorn, den anderen entsprechend hinten auf dem Schaltbrette, so daß vom Generator gleichzeitig Strom für zwei Lampen abgenommen werden kann. Der Stecker für den Drehstrom-Motor und die Stechkontakte des Drehstroms müssen so eingerichtet sein, daß Beibehaltung der gleichen Drehrichtung gewährleistet ist, um gleichmäßiges Arbeiten des Gleichstrom-Generators zu sichern.

Der Apparat wird folgendermaßen bedient: Hat man den Dreiphasenstecker in den Stechkontakt gesteckt, so legt man zuerst den Schalthebel bei E um, so daß das Wort „ein“ sichtbar wird, hierauf schaltet man den Sterndreieckschalter durch Drehung nach rechts zunächst auf den ersten Kontakt λ ein, so daß die Maschine anläuft. Kurze Zeit danach schaltet man ihn weiter auf $\triangle$. Ist dadurch die endgültige Tourenzahl erreicht, so stellt man durch entsprechende Verschiebung des Hebels am Nebenschlußregler N die Spannung genau auf 220 Volt ein. Zu beachten ist bei der Benutzung des Motorgenerators unter Umständen folgendes, worauf mich die Fabrik aufmerksam gemacht hat: Die Spannung eines relativ kleinen Stromerzeugers ist in gewissem Umfang von der Temperatur abhängig. Wenn keine Nachregelung erfolgt, so sinkt die anfangs eingestellte Spannung bei zunehmender Erwärmung der Maschine und erreicht erst nach etwa 2—3 Stunden einen ganz stationären Wert. Auch Schwankungen der Außentemperatur haben einen, wenn auch ganz geringfügigen Einfluß auf die Spannung, und es ist immerhin möglich, daß sie infolgedessen nachts etwas höher ist als am Tage. Doch sind alle derartigen Unterschiede nur geringfügig.

Um auch während der Versuche die Stromkonstanz des Lampenstromes, und zwar im Versuchsraum, kontrollieren zu können, haben wir die Schaltung der Lampen so vorgenommen, daß in den Stromkreis der Lampe L außer einem kleinen Aus- und Einschalter H ein sehr empfindliches bis 1 Ampère reichendes Normalampèremeter A und ein regulierbarer Widerstand W eingeschaltet sind, der zugleich auch ausgleichend gegenüber Spannungsschwankungen wirkt. Das Ampèremeter zeigte bei Verwendung von 200 Kerzen-Halbwattlampen (höhere brauchten wir für unsere Versuche bisher nicht) höchstens Schwankungen um 1—3 (ganz selten bis 5) Tausendstel Ampère an (= 0,1—0,37 %; Ausnahme 0,6 %). Erfahrene Physiker teilen mir mit, daß auch der Akkumulatoren-

strom kaum konstanter sein könne. Und zwar haben wir größere Spannungsänderungen auch nicht im Laufe der ersten Stunden nach Einschaltung des Motorgenerators in den Stromkreis des Werkes beobachtet. Die Versuche fanden in den Zimmern mit konstanten Temperaturen des Versuchsgewächshauses statt; der Motorgenerator war in dem gleichmäßig temperierten Vorraum zu diesen Zimmern aufgestellt, die Lampenleitungen waren durch die Zimmerwände gelegt worden.

Mit diesem Apparat ist es uns bei 1½ Jahre lang fortgeführten Versuchsreihen geglückt, praktisch genügend konstanten Lichtstrom zu erhalten. Allerdings dauerten die Belichtungen (es handelte sich um reizphysiologische Versuche) meistens nur kürzere Zeiten, bis zu ½—¾ Stunden. Der Vorteil des Motorgenerators besteht in dreieierlei Punkten: 1. darin, daß er leicht überallhin transportiert werden und ohne weiteres an jeden Dreiphasenstechkontakt des Institutsnetzes angeschlossen werden kann, soweit die Leitungen zum Kontakt für 12 Ampère pro Phase bemessen sind, daß man die Lampen beliebig lange brennen lassen kann, und 3. auch in seiner Billigkeit: Der Motorgenerator hat uns nur 369 Mark (mit Sterndreieckschalter und Nebenschlußregler) gekostet, mit Volt-, Ampèremeter und Montierung rund 400 Mark, und er arbeitet sehr wirtschaftlich. Das alles steht in keinem Verhältnis zu den Anlage- und ständigen Unterhaltungskosten einer Akkumulatorenanlage von entsprechender Leistungsfähigkeit. Selten wird man bei pflanzenphysiologischen Versuchen einmal mehr als 2000kerzige Lampen brauchen. Hat man aber doch solche Versuche vor, so ist es selbstverständlich möglich, eine entsprechend größer dimensionierte Maschine bauen zu lassen. Im übrigen sind gewisse Überlastungen des Motorgenerators wenigstens bei kurz dauernden Belichtungen zulässig: bei kaltem Zustande der Maschine im allgemeinen bis zu 25 % während 30 Minuten, im warmen Zustande bis höchstens 10 %.

Erwähnen möchte ich endlich noch, daß das meinem Apparate zugrunde liegende Prinzip auch dann Anwendung finden kann, wenn der gelieferte Werkstrom Gleichstrom ist: anstelle des Drehstrom-Gleichstromgenerators hätte dann nur ein entsprechend zusammengestelltes anderes Aggregat zu treten, wofür die genannte Fabrik Vorschläge ausarbeiten würde, nachdem man ihr die zu erfüllenden Bedingungen unterbreitet hat.

---

51. Kurt Mothes: Über den N-Stoffwechsel der Coniferen.

(Mit 5 Abbildungen im Text.)

(Vorgetragen auf der Generalversammlung der Deutschen Botanischen Gesellschaft in Braunschweig am 9. Juni 1927.)

Der größte Teil der Arbeiten über den Stickstoff-Stoffwechsel höherer Pflanzen befaßte sich bisher vorwiegend mit den ersten Phasen der N-Assimilation, besonders der Aufnahme und Verarbeitung anorganischen Stickstoffes und auch mit der Mobilisation und Wanderung N-haltiger Reservestoffe. Unsere Kenntnisse über den Mechanismus der Synthese der Eiweiße und der Aminosäuren sind sehr gering, und ihre spezifische physiologische Bedeutung für den pflanzlichen Organismus ist in völliges Dunkel gehüllt, während die tierische Physiologie gerade in den letzten Jahren wesentliche Fortschritte auf diesem Gebiete erzielen konnte. Nur die Arbeiten über den Eiweißabbau haben zur Auffindung allgemeiner Gesetzmäßigkeiten geführt, mit denen wir uns kurz befassen müssen.

Zwei Arten der Aufspaltung größerer stickstoffhaltiger Moleküle herrschen im pflanzlichen Organismus vor:

1. Die hydrolytische unter Mitwirkung bekannter Fermente: Proteasen, Peptasen, Tryptasen, Desaminasen, Desamidasen usw.

2. Die oxydative unter Mitwirkung eines im einzelnen noch unbekannten Oxydationsprozesses, bei dem die primären, hydrolytisch entstandenen Spaltungsprodukte, die Aminosäuren, weitgehend wesentliche Veränderungen erleiden.

Während die erste Art der Eiweißspaltung überall im Pflanzenreich beobachtet werden kann, ich erinnere nur an die Zertrümmerung des Eiweißmoleküles vor dem Transport aus den Blättern in Reservestoffbehälter usw., zeigt sich die zweite Art nur unter bestimmten Umständen. Die komplizierten und im einzelnen noch ungeklärten, aber sehr interessanten Verhältnisse in alternden Blättern will ich hier übergehen und nur auf jene Stoffwechselvorgänge aufmerksam machen, bei denen Eiweiße aus Mangel an anderem Atmungsmaterial verbrannt werden, auf die Keimung und auf den Stoffwechsel verdunkelter Pflanzenteile.

Daß hierbei Eiweiße nur unter den besonderen Bedingungen des Mangels an Kohlehydraten und Fetten veratmet werden, ist eine kaum mehr anzweifelbare Tatsache, und daß dieser Prozeß, soweit er den Stickstoff selbst betrifft, zum Ammoniak als End-

produkt führt, haben die Arbeiten von SCHULZE, BUTKEWITSCH und PRIANISCHNIKOW an Keimlingen und meine eigenen an ausgewachsenen Pflanzenteilen ergeben.

Jedoch verdecken oft sekundäre synthetische Vorgänge diese Ammoniakbildung; deshalb bedienen wir uns zu ihrer quantitativen und qualitativen Erfassung gut abgestimmter Narkose. Solche Versuche, z. B. an verdunkelten Blättern von *Vicia Faba,* führen zu folgenden Ergebnissen (Abb. 1)[1]):

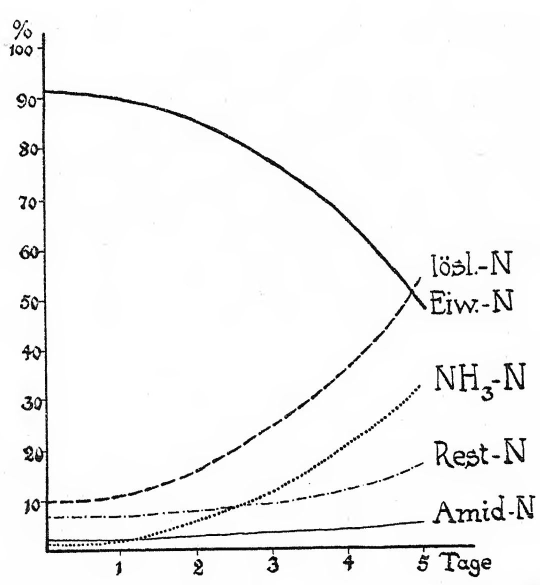


Abb. 1. Eiweißabbau verdunkelter, narkotisierter Blätter von *Vicia Faba.*

Nach Verbrauch der verfügbaren Kohlehydrate werden Reserveeiweiße abgebaut. Die Menge der löslichen Stickstoffverbindungen nimmt entsprechend zu, wobei das Ammoniak stärker in Erscheinung tritt, als eine einfache Hydrolyse erwarten läßt. Das Überschneiden der Rest-N (= Aminosäuren-N) Kurve durch die NH_3-Kurve deutet darauf hin, daß Ammoniak auf Kosten der primären hydrolytischen Eiweißspaltungsprodukte, der Aminosäuren, gebildet wird.

Zur Beweisführung, daß dieser Vorgang mit einer Oxydation verbunden ist, verfolgen wir den Prozeß in Anaerobiose und

1) In dieser und den folgenden Abbildungen gibt die Abszisse die Versuchsdauer, die Ordinate den N-Gehalt der einzelnen Fraktionen ausgedrückt in v. H. des Gesamt-N an.

beobachten (Abb. 2) eine einfache hydrolytische Spaltung der Eiweiße, wobei also die Mengenverhältnisse innerhalb des löslichen Stickstoffes denen ähneln, die wir bei der Zersetzung der Eiweiße in vitro mit Säuren erhalten.

Bei dem natürlichen Vorgange der oxydativen Aufspaltung der Eiweiße tritt Ammoniak allerdings selten in Erscheinung. Dieser stark basische Körper schädigt die Pflanze außerordentlich.

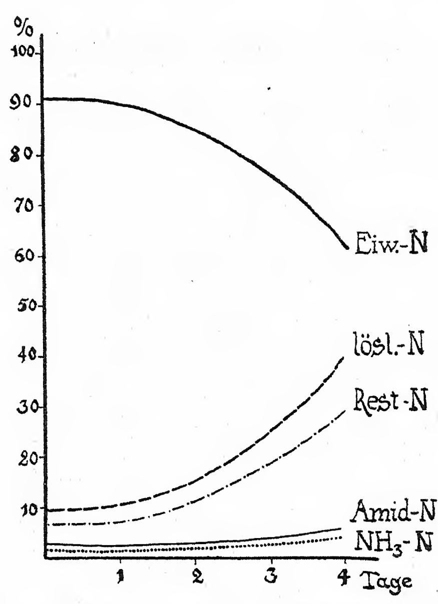


Abb. 2. **Eiweißabbau verdunkelter Blätter von *Vicia Faba* in O_2-freiem Raum.**

So beobachteten wir entweder parallel seiner Bildung eine ernste Störung der Lebenserscheinungen und damit eine frühzeitige Hemmung der Ammoniakbildung, wie es für kohlehydratarme Pflanzenteile erwiesen ist, oder aber eine Entgiftung des Ammoniaks, wenn genügend Stoffe vorhanden sind, die dazu dienen können.

Die einfachste Möglichkeit einer solchen Entgiftung liegt in der Bildung größerer Mengen organischer Säuren, auf deren Bedeutung für die höheren Pflanzen RUHLAND und WETZEL vor kurzem hingewiesen haben. Sie stellten den Typ der Ammoniak- oder Säurepflanzen auf, wie sie ihn in *Begonia semperflorens* antrafen, und reihten ihn neben den Typ der Amidpflanzen, über den SCHULZE die ersten richtigen Angaben gemacht hat.

PRIANISCHNIKOW hat dessen Ideen ausgebaut und erwiesen, daß die gewaltige Anhäufung von Amiden, besonders von Asparagin, in Keimlingen aufs engste zusammenhängt mit einer primären Bildung von Ammoniak. Dies geht aus Abbildung 3 hervor, die den N-Stoffwechsel verdunkelter Blätter von *Vicia Faba* darstellt. Die Übereinstimmung des Verlaufes der Amidkurve mit der Ammoniakkurve in Abb. 1 ist offensichtlich, woraus wir auf die sekundäre

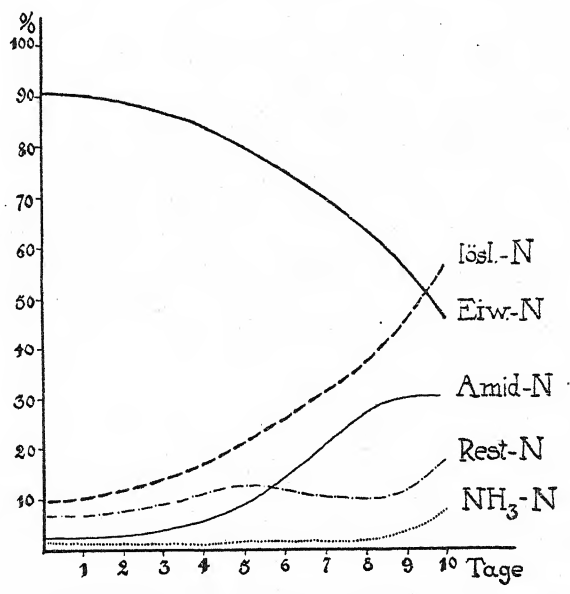


Abb. 3. Eiweißabbau in verdunkelten Blättern von *Vicia Faba*.

Bildung der Amide aus Ammoniak schließen. Dieser Schluß wurde durch verschiedene Forscher mittels anders gerichteter Experimente (NH_3-Ernährung, Anaerobiose usw.) gestützt.

Nun versuchte SUZUKI (1900)[1]) durch interessante Arbeiten in dieser Theorie der Ammoniakentgiftung die basischen Aminosäuren, speziell das Arginin, einzugliedern, von dem er behauptete, daß es in Coniferenkeimlingen dieselbe Rolle spiele wie das Asparagin bei den Leguminosen und den Gramineen. Jedoch erscheint mir dieser Vergleich nicht ganz einfach, weil wohl das Asparagin mit seiner großen Verwandtschaft zur Aepfelsäure leicht

1) U. SUZUKI: On the formation of Arginin in coniferous plants (Bull. Coll. of Agric. Tokyo Vol. IV, 25, 1900).

im Organismus gebildet und abgebaut werden kann, das Arginin und die übrigen Basen mit ihrer komplizierten chemischen Struktur uns vorläufig keine Vorstellung eines solch labilen Prozesses ermöglichen. Deshalb und weil die Arbeit SUZUKIs eine Reihe methodischer Unzulänglichkeiten und offensichtliche Ungenauigkeiten, dazu eine ganze Anzahl entstellender Druckfehler aufweist, stellte ich mir die Aufgabe, diese Untersuchungen nachzuprüfen und —

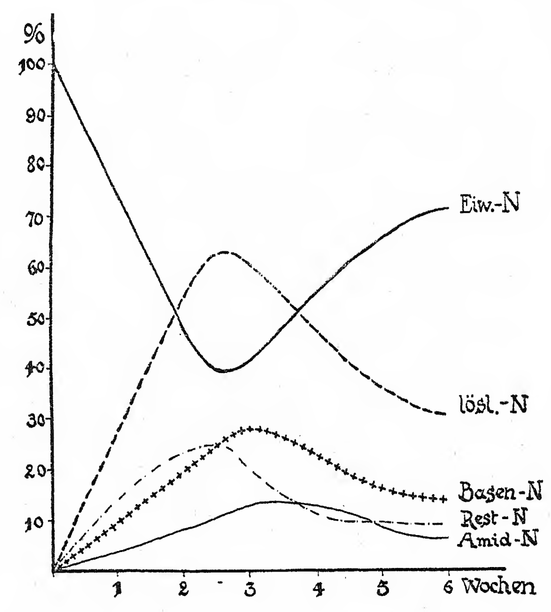


Abb. 4. N-Stoffwechsel normaler Keimlinge von *Pinus Pinea*.

falls die Angaben bestätigt werden konnten — der Bildung des Arginins nachzuspüren, was von großem Interesse sein mußte; denn das Arginin ist die wesentlichste Aminosäure, sie fehlt keinem Eiweiß, nach KOSSEL macht sie die Hauptmenge der Protamine aus, und endlich zeigt sie solche Verwandtschaft zum Harnstoff, daß bereits dies eine eingehende Untersuchung lohnend erscheinen ließ, bei deren Darstellung ich hier methodische Fragen ganz außer Acht lassen muß[1]).

Wir beschäftigen uns zunächst mit der Keimung von Coniferensamen, die recht langsam vor sich geht. Überhaupt ist der Stoff-

1) Eine ausführliche Darlegung der Untersuchungen erfolgt später an anderer Stelle.

wechsel dieser Pflanzen sehr träge. Man kann sagen, daß die Veränderungen, die bei Lupinen oder Gräsern in einem Tage bemerkbar sind, bei Nadelhölzern in jugendlichem Zustande oft erst in einer Woche, bei ein- und mehrjährigen Pflänzchen in einem Monat erreicht werden. Einjährige Keimpflanzen vertragen monatelanges Verdunkeln ohne Schwierigkeit und treiben dabei gut aus. Diese Feststellungen skizzieren die ungleich größeren

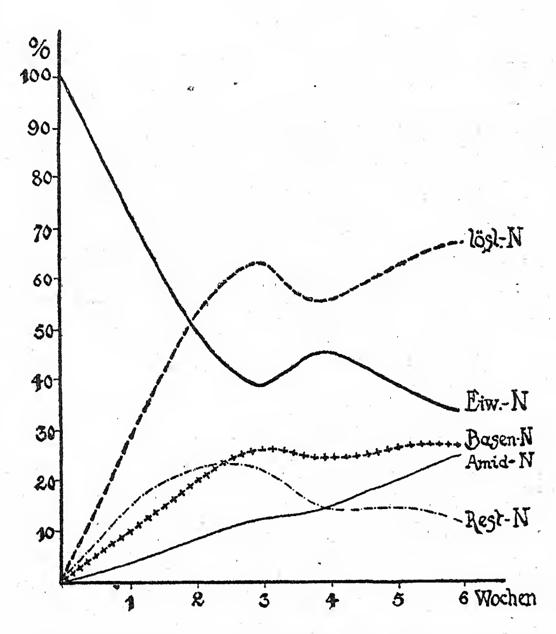


Abb. 5. N-Stoffwechsel verdunkelter Keimlinge von *Pinus Pinea.*

Hemmungen, die der Klärung des vorliegenden Problems entgegengestanden haben, verglichen mit der Erforschung der Asparaginfrage.

Verfolgen wir zunächst die Stoffumwandlungen im Laufe einer normalen Keimung (Abb. 4). Die Eiweiße der Coniferensamen enthalten ungewöhnlich große Mengen von basischen Aminosäuren, also im wesentlichen von Arginin. In unserem Falle machen sie etwa 35 % des Eiweiß-N aus. Dieses Verhältnis finden wir wieder in der ersten Phase der Keimung (1.—3. Woche), in der die Hydrolyse der Eiweiße ganz in den Vordergrund tritt. In einer zweiten Phase macht sich Eiweißsynthese bemerkbar, die wohl schon vom Beginn des Wachstums an vorhanden ist, aber eben von der Hydrolyse verdeckt wird. Bei diesem Prozeß

werden entweder die Spaltprodukte nicht gleichermaßen verbraucht oder durch sekundäre Prozesse spezifisch beeinflußt. Denn wir sehen, daß die Basenkurve die Aminosäurenkurve (= Rest-N-Kurve) überschneidet, wir sehen aber auch, was SUZUKI nicht genügend beachtet hat, daß eine solche Anreicherung auch für die Amide zu verzeichnen ist, die entsprechend der Zusammensetzung der Sameneiweiße nur etwa 10 v. H. des löslichen Stickstoffes ausmachen dürfen, in Wirklichkeit aber 20 v. H. ausmachen. Die prozentuale Anreicherung des Basen-N beträgt nur etwa 30 %, die der Amide aber 100 %. Man kann daraus unmöglich schließen, daß das Arginin das Asparagin in den Coniferen vertritt.

Um dies noch deutlicher zu machen, steigern wir den oxydativen Abbau der Eiweiße durch Dunkelkultur (Abb. 5). Wir sehen dabei, daß in der ersten Phase der Keimung die Wirkung der Verdunkelung kaum in Erscheinung tritt. Dies ist natürlich von großer ökonomischer Bedeutung für solche Pflanzen, die normalerweise in lichtarmem Milieu austreiben. In der zweiten Phase der Keimung, die durch einen der Energiegewinnung dienenden, oxydativen Eiweißabbau charakterisiert ist, müßte nun der Basen-N nach der SUKUZIschen Ansicht besonders stark in Erscheinung treten, es müßte sich ein Bild entsprechend der Amidkurve in Abb. 3 ergeben. Das ist aber nicht der Fall. Vielmehr entspricht die Kurve des Basen-N keineswegs dem starken Ansteigen der Kurve des gesamten löslichen Stickstoffes, weshalb wir vermuten, daß der Basen-N primären Ursprungs ist, und diese Annahme wird gestützt durch den Verlauf der Amidkurve, deren stetes und steiles Ansteigen nur durch sekundäre Prozesse erklärt werden kann.

Coniferen verhalten sich also analog den Leguminosen und den Gramineen. Sie sind typische Amidpflanzen.

Ein Widerspruch scheint aber doch in dieser Ansicht zu liegen. SUZUKI hat Recht, wenn er feststellt, daß bei der Keimung der Basenstickstoff innerhalb der Spaltungsprodukte des Eiweißes ein günstigeres Verhältnis einnimmt, als ihm bei rein hydrolytischer, primärer Entstehungsweise zukommen dürfte. Dann müßte er in unserem Falle gar 35 % des löslichen Stickstoffes ausmachen; oft finden wir aber 50 % (Abb. 4) und noch mehr. Eingehendere Untersuchungen haben es nun wahrscheinlich gemacht, daß diese Unstimmigkeit eine sehr einfache Erklärung findet. Unterwerfen wir Keimlinge verschiedenen Alters der Autolyse oder längerer Verdunkelung, dann finden wir eine um so geringere Bildung von Basenstickstoff, was gleichbedeutend ist mit einer um so geringeren

prozentualen Beteiligung der Basen am Aufbau der Eiweiße, je älter die Keimlinge sind. Daraus müssen wir aber schließen, daß die Reserveeiweiße des Samens und die regenerierten Eiweiße nicht die gleiche Zusammensetzung haben. So konnte ich zeigen, daß während der Keimung im Dunkeln und am Licht die Summe des freien und des im Eiweiß gebundenen Arginins annähernd konstant bleibt.

Diese wichtige Beobachtung konnte durch Narkoseversuche und durch mehrmonatige Dunkelkultur einjähriger Pflanzen gestützt werden.

Die Basen sind keine den Amiden vergleichbare Stoffe, vielmehr scheint ihre Bildung schwierig vor sich zu gehen; sie sind keine unspezifischen Vorratsstoffe für den N-Stoffwechsel, sondern ein wertvolles spezifisches Reservematerial, das dem Embryo in einer für die erstjährige Entwicklung ausreichenden Menge mitgegeben wird. Auch wird es bei sekundären oxydativen Prozessen erst dann angegriffen, wenn die anderen Aminosäuren weitgehend verbraucht sind; dann beobachten wir eine Anreicherung der Amide auf Kosten des Arginins, also die entgegengesetzte Tatsache, als sie auf Grund der SUZUKIschen Ansicht erwartet werden muß.

Zum Schluß möchte ich noch auf Versuche eingehen, die die wesentlichste Stütze der SUZUKIschen Hypothese darstellen. Dieser Forscher beobachtete bei Ernährung von Keimlingen mit 2 v. H. und 0,5 v. H. Ammoniumchloridlösung eine enorme Anreicherung von Basenstickstoff; Ammoniak fand er nicht einmal in geringen Mengen und schließt daraus, daß in die Zellen eindringendes Ammoniak sofort durch Argininbildung entgiftet wird. Die Versuche stehen in völligem Widerspruch zu allen stoffwechselphysiologischen Arbeiten, bei denen Ammoniakernährung zu Hilfe genommen wurde. Bei solchen Konzentrationen müssen große Mengen dieses Stoffes selbst bei raschester Verarbeitung an den Zellwänden usw. adsorbiert bleiben und analytisch erfaßbar sein, selbst dann, wenn durch Vergiftung eine starke Hemmung der Aufnahme eintritt. Meine Nachprüfung der Arbeiten ergab, daß selbst bei bedeutend geringeren AmCl-Konzentrationen große Mengen von NH_3 in der Pflanze nachweisbar sind, daß die von SUZUKI beobachtete Schädigung der Pflanzen auf einer Ammoniakvergiftung beruht, daß eine Anreicherung von Basenstickstoff nicht beobachtet werden konnte und diese unterschiedlichen Feststellungen wahrscheinlich darauf zurückzuführen sind, daß die von SUZUKI als Fällungsmittel benutzte Phosphorwolframsäure das

Ammoniak quantitativ mitfällt. Damit bricht aber die stärkste Stütze der SUZUKIschen Arbeit, ja, ich konnte zeigen, daß in solchen Versuchen bei genügendem Vorrat an Kohlehydraten das eindringende Ammoniak teilweise in Amide verwandelt wird.

So bleibt der künftigen Forschung noch die Aufgabe, jene Veränderung der Zusammensetzung der Eiweiße in Samen und Keimpflanze zu klären, von der ich oben gesprochen habe.

---

52. C. Stapp: Der bakterielle Pflanzenkrebs und seine Beziehungen zum tierischen und menschlichen Krebs.

(Vortrag, gehalten anläßlich der Botaniker-Tagung in der gemeinschaftlichen Sitzung der 3 botanischen Gesellschaften zu Braunschweig am 7. 6. 1927.)

(Mit den Doppeltafeln IX/X und XI/XII.)

Eine bei höheren Pflanzen im System teilweise weit auseinander stehender Familien auftretende pathologische Erscheinung, der neuerdings auch die Mediziner erhöhtes Interesse zuwenden, ist der durch Bakterien hervorgerufene Krebs. Er kennzeichnet sich hauptsächlich durch Geschwulstbildungen der verschiedensten Gestalt und an den verschiedensten Stellen des Pflanzenkörpers. Derartige Wucherungen werden je nach dem Sitz und der Pflanzenart, an der sie auftreten, in Deutschland als Wurzelkröpfe, Grind, Mauke, Krebsknoten, Gallen oder auch Tumore bezeichnet. In Amerika, von wo unsere Hauptkenntnis über diese Krankheit stammt, führen dieselben den Namen *„crown galls“*, zu deutsch also Wurzelhals- oder Kronengallen, und zwar deshalb, weil die Geschwülste sehr häufig am Wurzelhals befallener Pflanzen zu finden sind. Die Franzosen nennen sie dementsprechend *„galle de la couronne“* oder *„galle du collet“*.

Es gehört das Studium dieses Pflanzenkrebses und seiner Ätiologie zu den interessantesten Forschungsgebieten der reinen und angewandten Botanik.

Es sei mir deshalb gestattet, hier einen kurzen Überblick über den derzeitigen Stand unserer Kenntnisse des Pflanzenkrebses zu geben und auf die Übereinstimmungen und Verschiedenheiten hinzuweisen, die zwischen dem pflanzlichen Krebs einerseits und dem tierischen und menschlichen andererseits bestehen. Inwieweit

man hierbei nach den zur Zeit vorliegenden Untersuchungsergebnissen von „Beziehungen“ zueinander sprechen darf, werden meine Darstellungen zeigen.

Die ersten Beobachtungen über das Auftreten des Krebses an Pflanzen sind, soweit aus der Literatur ersichtlich, von FABRE und DUNAL[1]) im Jahre 1853 in Frankreich am Weinstock gemacht worden. Hier treten die Mißbildungen, wie auch Fig. 1 Taf. IX/X zeigt, meist in Form von länglichen zerklüfteten Geschwülsten auf, was dadurch erklärlich wird, daß der Erreger nicht, wie sonst vielfach, durch kleine unbedeutende Wunden, sondern durch längere, durch den Frost verursachte Risse an den oberirdischen verholzten Stengelteilen in das Pflanzeninnere eintritt und entlang der ganzen Rißstelle Geschwulstbildung veranlaßt. Ob diese Krankheit beim Wein erstmalig in Europa aufgetreten ist oder aber vielleicht bereits viel früher in Asien an dem Weinstock, der dort zuerst kultiviert wurde, vorgekommen sein mag, wissen wir nicht. Ebensowenig wissen wir, ob vom Wein aus der Erreger sich allmählich an andere Kulturpflanzen angepaßt hat, oder ob es umgekehrt ist. Wir wissen aber, daß der Krebs im Weinbau recht gefürchtet ist und in Lagen, die durch Spätfröste gefährdet sind, nicht unerheblichen Schaden verursachen kann.

Schon lange bekannt ist auch der Krebs an den Obstbäumen, vor allem dem Kernobst. In Fig. 2 sind junge, etwa 1½jährige Apfelsämlinge dargestellt, die die Wucherungen nicht nur am Wurzelhals, sondern auch an anderen Stellen der Wurzeln erkennen lassen. Mit dem Alter der Pflanze nehmen diese Wurzelkröpfe an Größe meist beträchtlich zu. Im Jugendstadium sind sie weich, werden später aber durch Verholzung der Tumorzellen hart. Es kommt auch vor, daß die Geschwülste am Ende der ersten Vegetationsperiode verrotten, sie kommen aber in den meisten Fällen im nächsten Jahre an denselben Stellen wieder zur Entwicklung.

Außer dieser Art von Tumoren an Apfelbäumen hat HEDGCOCK[2]) noch andere Formen beschrieben. Sie alle sollen sich durch eine abnorm gesteigerte Bildung von Nebenwurzeln resp. Wurzelanlagen auszeichnen.

Die 1. Form ist die *„simple hairy root“* oder einfache Haarwurzel. Hier wachsen nach ihm aus älteren Wurzeln oder den basalen Stammteilen, ohne daß es zuvor zu einer äußerlich sicht-

---

1) FABRE, E. et DUNAL, F., Bull. Soc. centr. d'Agr. Dépt. de l'Hérault 1853. **40**. 46.

2) HEDGCOCK, G. G., U. S. Dept. Agr. Bur. Plant. Indust. Bull. 186. 1910.

baren Tumorbildung kommt, zahlreiche kleine Wurzeln einzeln oder in Büscheln aus. Diese Würzelchen sollen fleischiger sein als die normalen, infolge der Hypertrophie ihrer Parenchymzellen, bei denen dadurch die Verholzung verzögert werde. Solche Würzelchen, der Luft ausgesetzt, trockneten zu haarähnlich dünnen Fäden ein, was ihnen jedenfalls ihren Namen „*hairy root*" eingebracht hat.

Bei der 2. Form, dem „*woolly knot*" oder Wollknoten, sollen an einer stärkeren Wurzel nahe der Erdoberfläche zuerst glatte, unregelmäßige Anschwellungen entstehen; die Knoten nehmen nach einiger Zeit ein warziges Aussehen an. Aus den warzenartigen Höckern können unter geeigneten Bedingungen im gleichen oder im nächsten Jahre einzeln oder massenweise schnell wachsende Wurzeln hervortreten, die in ihrem Aufbau und ihrer Entwicklung denen der gewöhnlichen Form von „*hairy root*" gleichen sollen. (Siehe Fig. 3).

Die 3. Form endlich ist die „*broom root*" oder Besenwurzel; bei ihr entspringen gewöhnlich an der Spitze ganz gesund aussehender Nebenwurzeln Büschel feinster Seitenwürzelchen. Häufig sollen es gerade solche Wurzeln sein, die aus einer harten Kronengalle herausgewachsen sind, deren Spitze diese besenartigen Wurzelbüschel tragen.

Von Obstbäumen, die noch vom Krebs befallen werden, sind weiter zu nennen die Birne (siehe Fig. 4), Quitte, Kirsche (siehe Fig. 5), Aprikose und Pflaume. Ferner ist die Krankheit bisher festgestellt worden an Walnuß-, Mandel- und Maulbeerbäumen, Pappeln, Edelkastanien, an Himbeeren, Brombeeren, Johannis- und Stachelbeeren, Rosen, Liguster, Geißblatt und Weiden. Hier sei darauf hingewiesen, daß von allen Pfanzentumoren, die bisher gefunden wurden, der größte an einer Weide in Südafrika aufgetreten ist. Er soll den ansehnlichen Umfang von 1½ m haben und ½ m lang sein. Den zweitgrößten fand man an *Ficus* auf Florida. Dieser Tumor hatte das bemerkenswerte Gewicht von etwa 90 Pfund[1]).

Recht häufig ist auch das Vorkommen von „*crown galls*" an Zuckerrüben. Fig. 6 zeigt eine solche Rübe, bei der z. B. der Wurzelkropf größer ist als die Rübe selbst. Die Rübe wog nur 815 g bei einer Länge von 26 cm, der Tumor 1260 g und hatte einen Umfang von 52 cm. Die Oberfläche des Kropfes ist hier ziemlich glatt.

---

1) Siehe Smith, E. F., Bacterial diseases of plants 1920. 414 u. 417.

Eine Pflanze, die außerordentlich empfänglich ist für den Krebs, ist *Chrysanthemum frutescens* (siehe Fig. 7). Diese Pflanze ist deswegen von Bedeutung, weil die Untersuchung ihrer Tumore die Aufklärung über die Ätiologie der Krankheit brachte.

Im Jahre 1904 begann ERWIN F. SMITH mit seinem Mitarbeiter TOWNSEND seine Studien über die Kronengallen, nachdem schon früher der infektiöse Charakter der Krankheit durch CAVARA[1]) und TOUMEY[2]) festgestellt war; dem letzteren war die Übertragung der Krankheit durch Transplantation von Krebsgewebe auf andere Pflanzen derselben Art möglich. Nach 2jähriger Versuchsdauer gelang es SMITH und TOWNSEND endlich, ein Bakterium aus den *Chrysanthemum*-Tumoren in Reinkultur zu isolieren, das bei künstlichen Impfungen mittels Nadelstichen die gleichen Geschwülste wieder hervorrief und auch an anderen Pflanzen wie Tomaten, Zuckerrüben, Pfirsichen Krebsgeschwülste erzeugte.

Nachdem nun einmal als Ursache der *Chrysanthemum*-Tumore ein Bakterium erkannt war, das im Jahre 1907[3]) den Namen *Bact. tumefaciens* erhielt, zeitigten die Untersuchungen der *crown galls* anderer Pflanzen, wie Wein, Apfel, Birne, Quitte, Rose usw. sehr bald die erwarteten Resultate: sie alle wurden durch ein dem aus *Chrysanthemum* isolierten sehr ähnliches, wenn nicht sogar gleiches Bakterium hervorgerufen.

Bezüglich der Biologie dieser krebserregenden Mikroorganismen kann gesagt werden, daß alle bisher isolierten Stämme sich dadurch auszeichnen, daß ihre Stäbchen etwa 1—3 μ lang und 0,4—0,8 μ dick sind, einzeln oder paarweise, seltener in kurzen Ketten vorkommen und polare Begeißelung zeigen. Die Zahl der polständigen Geißeln beträgt, soweit von mir bisher festgestellt werden konnte, bis zu 5. Bei Zugrundelegung der MIGULAschen Nomenklatur müßte der Parasit also *Pseudomonas tumefaciens* heißen. Teratologische Formen kommen recht häufig vor. Die Stäbchen sind weder gram- noch säurefest. Auf Agarplatten bilden sie weißliche, runde, etwas erhabene, feuchtglänzende, durchsichtige Kolonien. Auf Schrägagar ist der Belag schleimig und glänzend.

---

1) CAVARA, Staz. Sperim. Agr. Ital. Modena. 1897. 30. 483.

2) TOUMEY, Agr. Exp. Stat. Arizona. Bull. 33. 1900.

3) SMITH, E. F. and TOWNSEND, Science, n. s. 1907. 25. 671; siehe auch Science 1909. 29. 273 und U. S. Dept. Agr. Bur. Plant. Indust. Bull. 213. 1911.

Auf Gelatineplatten sind die Kolonien klein, rund und weißlich. Die Gelatine selbst wird niemals verflüssigt. Milch wird von allen Stämmen koaguliert. Auf Bouillon bildet sich ein Häutchen. Gas wird aus Zuckerarten nicht entwickelt. Der Parasit wächst gut bei 25—30° C, aber nur noch sehr schwach zwischen 35 und 37° C. Der thermale Tötungspunkt liegt zwischen 50 und 52° C. Die optimale ph liegt in der Nähe des Neutralpunktes. Manche Stämme färben das Nährmedium deutlich braun, wie z. B. der von mir isolierte Stamm IIb aus *Chrysanthemum* und viele aus Äpfeln, ferner die von SMITH mir überlassenen aus Pfirsich und Stachelbeere, andere nicht.

Die Frage, ob es sich bei den aus den Pflanzen der verschiedensten Familien isolierten Stämme um eine einzige Spezies handelt, oder ob diese tumorerzeugenden Mikroorganismen verschiedenen Bakterienarten angehören, hat SMITH noch offengelassen. Er[1]) neigt aber der Ansicht zu, daß sie wahrscheinlich eine einzige polymorphe Spezies darstellen; die Abweichungen untereinander seien nur gradueller Natur.

Ich habe versucht, auf serologischem Wege diese Frage zu entscheiden. Es seien hier einige Ergebnisse meiner Agglutinations- und Praecipitations-Versuche wiedergegeben (siehe Tab. 1—5).

Es sind also serologisch sicher feststellbare Artunterschiede vorhanden. So ist z. B. der aus Hopfen von SMITH isolierte Stamm mit keinem der anderen daraufhin geprüften serologisch identisch (vgl. Tab. 1, 4 u. 5); sein serologisches Verhalten hat sich auch nicht geändert, nachdem der Stamm in Tomate eingeimpft und aus dem entstandenen Tomaten-Tumor wieder reisoliert war. Der Stamm *Chrysanthemum frutescens* IIb stimmt seinerseits mit mehreren aus Apfelbäumchen, ferner mit einem Stamm aus Wein überein (Tab. 3). Der Bakterienstamm aus einem Pfirsich-Tumor ist verschieden von dem aus Stachelbeere, Apfel IV 2b und *Chrysanthemum*, stimmt jedoch mit dem Apfelstamm o überein (Tab. 4).

Morphologisch und physiologisch zeigen sich aber so viele Übereinstimmungen, daß es gut ist, vorläufig die Bezeichnung *Bact.* resp. *Pseudomonas tumefaciens* für die ganze Gruppe beizubehalten, ebenso wie man von dem *Bacillus coli* als einem zur Coli-Gruppe gehörigen Bakterium spricht.

---

1) SMITH, E. F., The Journ. of Cancer Research 1916, 1. 231.

Agglutinations-Versuche.

Tab. 1.

Serum: Bact. tumefac. SMITH (aus Hopfen)

Verdünnung	Bact. tumefaciens: SMITH aus Hopfen	idem aus Tomate reisoliert	Chrys. IIb	Apfel IV 2b	Apfel Cob. 3	Weide	Wein
1: 50	++++	++++	∅	∅	++ / +	++	∅
1: 100	++++	++++	∅	∅	∅	++ / +	∅
1: 200	++++	++++	∅	∅	∅	+	∅
1: 400	++++	++++	∅	∅	∅	∅	∅
1: 800	++++	++++	∅	∅	∅	∅	∅
1: 1000	++++	++++	∅	∅	∅	∅	∅
1: 2000	++++ / +++	++++ / +++	∅	∅	∅	∅	∅
1: 4000	+++	+++	∅	∅	∅	∅	∅
1: 8000	++	+++ / ++	∅	∅	∅	∅	∅
1:10000	++ / +	++ / +	∅	∅	∅	∅	∅
Kontrolle	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅

Tab. 2.

Serum: Bact. tumefac. Chrys. IIb

Verdünnung	Bact. tumefaciens: Chrys. IIb	Apfel IV 2b	Apfel II 1a	Apfel Cob. 3	Wein
1: 50	++++	++++	++++	+++	++++
1: 100	++++	++++	++++	++	++++
1: 200	++++	++++	++++	++	+++
1: 400	+++	+++	+++	+	++
1: 800	++	+++	+++ / ++	+	+
1: 1000	+	++	++ / +	(+)	+
1: 2000	+	+	(+)	∅	(+)
1: 3000	(+)	(+)	(+)	∅	∅
1: 5000	(+)	∅	∅	∅	∅
1:10000	∅	∅	∅	∅	∅
Kontrolle	∅	∅	∅	∅	∅

Agglutinations-Versuche.

Tab. 3.

Serum: Bact. tumefac. Apfel IV 2 b

Verdünnung	Bact. tumefaciens				
	Apfel IV 2b	Apfel II 1a	Apfel Cob. 3	Chrys. IIb	Wein
1: 50	++++	++++	++++	++++	++++
1: 100	++++	++++	++++ / +++	++++	++++
1: 200	++++	++++	+++	++++	++++
1: 400	++++	++++	+++ / ++	++++	++++
1: 800	++++	++++	++	+++	++++
1: 1000	++++	++++	++ / +	++	++++
1: 2000	++++	++++	+	+	+++
1: 3000	++++	++++	(+)	∅	+++
1: 5000	++++	++++	(+)	∅	++
1: 8000	++++	++++	∅	∅	+
1:10000	+++	+++	∅	∅	(+)
Kontrolle	∅	∅	∅	∅	∅

Tab. 4.

Serum: Bact. tumefaciens Pfirsich 1

Verdünnung	Bact. tumefaciens						
	Pfirsich	Weide	Stachelbeere	Apfel IV 2b	Apfel 0	SMITH Hopfen	Chrys. IIb
1: 50	++++	+++	∅	++	++++	∅	++
1: 100	++++	+++	∅	+	++++	∅	++ / +
1: 200	++++	++	∅	(+)	++++	∅	(+)
1: 400	++++	++	∅	∅	++++	∅	∅
1: 800	++++	+	∅	∅	++++	∅	∅
1: 1000	++++	∅	∅	∅	++++	∅	∅
1: 2000	++++	∅	∅	∅	++++	∅	∅
1: 3000	++++	∅	∅	∅	++++	∅	∅
1: 5000	++++	∅	∅	∅	+++	∅	∅
1: 8000	++++	∅	∅	∅	+++	∅	∅
1:10000	++++	∅	∅	∅	+++ / ++	∅	∅
Kontrolle	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅

Praecipitations-Versuch.

Tab. 5.

Serum: Bact. tumefac. Apfel IV 2b.

Absolute Serummenge	Bact. tumefaciens							
	Apfel IV 2b	SMITH Hopfen	Chrys. II b	Pfirsich	Stachel-beere	Geiß-blatt	Weide	Apfel Coburg 3
0,1 ccm	+	∅	+	∅	∅	∅	∅	+
0,05 ccm	+	∅	+	∅	∅	∅	∅	+
0,01 ccm	+	∅	(+)	∅	∅	∅	∅	+
0,005 ccm	+	∅	∅	∅	∅	∅	∅	?
0,001 ccm	+	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅
Kontrolle	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅

Was die Pathogenität dieser verschiedenen *B. tumefaciens*-Stämme anbetrifft, so erwies sich, daß alle Stämme, die bisher in Kultur gehalten wurden, nach spätestens 5jähriger Fortzüchtung ihre Virulenz eingebüßt hatten bis auf den Hopfenstamm von ERW. SMITH, der jetzt, nach etwa 15jähriger Kulturdauer, noch kräftig virulent ist, und das, obwohl er auf einem Substrat weitergezüchtet wird, das in vielen Fällen den pflanzenpathogenen Bakterien nicht sehr zuträglich ist, nämlich auf Bouillonagar.

Aber etwas sehr Merkwürdiges läßt sich noch beobachten hinsichtlich der Pathogenität dieser Mikroben, das auch ERW. SMITH[1]) nicht entgangen ist, das er aber noch nicht mit voller Überzeugung als Tatsache hinstellte, weil es mit den herrschenden Ansichten und Erfahrungen über Virulenz in der Bakteriologie nicht in Einklang zu bringen ist. Ich habe mich jetzt aber so häufig davon überzeugt, daß für mich darüber kein Zweifel mehr besteht. Es ist das Folgende: Von den bei der Isolierung des Erregers aus den Tumoren, z. B. von Apfel und Birne, auf den Platten sich entwickelnden Kolonien ist der allergrößte Prozentsatz vollkommen avirulent; gar nicht selten sogar sämtliche, trotzdem die Kolonien alle das gleiche Aussehen haben und auch sonst miteinander übereinstimmen. So habe ich z. B. in neuerer Zeit

1) SMITH, E. F., U. S. Dept. Agr. Bur. Plant. Indust. Bull. 213. 1911.

132 Kolonien einer einzigen Platte, die im Aussehen völlig übereinstimmten und aus einem sehr jungen Apfeltumor stammten, einzeln abgeimpft und auf ihre Pathogenität geprüft. Alle 132 Subkulturen waren völlig wirkungslos. Daß es sich dabei aber nicht etwa nur um Begleitbakterien des eigentlichen Erregers handelte, sondern in der Tat um avirulent gewordene Parasiten, habe ich beweisen können. In Fig. 8 ist *Bact. tumefaciens* aus *Chrysanthemum frutescens*, vor 2 Jahren von mir isoliert (Stamm Chrys. IIb), dargestellt und auf Fig. 9 ein aus dem Apfeltumor isolierter Stamm (Stamm Apfel IV 2b). Beide sind auf Bouillonagar unter den gleichen Bedingungen gewachsen, und es lassen sich bei ihnen morphologisch keine Unterschiede feststellen. Fig. 10 und 11 zeigen beide Kulturen in Bouillon gezüchtet, und in beiden Fällen ist die gleiche Neigung zur Verzweigung zu beobachten. Ausschlaggebend ist aber erst das Ergebnis der serologischen Prüfung. Wie die Tabellen 2, 3 und 5 erkennen lassen, zeigt sich hier eine völlige Übereinstimmung im Verhalten zwischen dem seit seiner Reinzüchtung niemals pathogen gewesenen Apfelstamm IV 2b und dem stark virulenten *Chrysanthemum*-Stamm IIb.

Es ist bereits erwähnt worden, daß die einzelnen Stämme nicht streng angepaßt sind; so z. B. erzeugen aus *Chrysanthemum*-tumoren isolierte Kulturen nicht nur an *Chrysanthemum frutescens*, sondern auch an zahlreichen anderen Pflanzen Geschwülste, wie z. B. an *Pelargonium*, *Oleander* usw. (siehe Fig. 12 u. 13).

Durch Impfung mit Reinkulturen dieses Parasiten ließen sich bis jetzt an mehr als 40 verschiedenen Pflanzenarten, die 18 verschiedenen Pflanzenfamilien angehören, Tumorgeschwülste künstlich hervorrufen[1]).

Die Entstehung und Größe der Tumore — darauf haben u. a. LEVINE[2]) und vor allem RIKER[3]) hingewiesen — ist nicht so sehr von der Zahl der Bakterien als von der Infektionsstelle, der Temperatur und dem Feuchtigkeitsgehalt der Luft resp. des Bodens, sowie der Wachstums- und Lebensfähigkeit der Wirtspflanze abhängig.

Zur Morphologie der *crown galls* ist zu bemerken, daß sie meist zerklüftete Wucherungen mit rauher Oberfläche darstellen

---

1) Siehe SMITH, E. F., Bacterial diseases of plants. 1920. 430.

2) LEVINE, M., Phytopathology 1922. 12. 56. — Bull. Torr. Bot. Club. 1923. 50. 231.

3) RIKER, A. J., Phytopathology 1924. 14. 30 u. 1925. 15. 45. — Journ. Agric. Research 1916. 32. 83.

(vgl. Fig. 1, 4, 5, 7), zuweilen auch mehr glatt sein können (vgl. Fig. 6). Daß sich aus den Geschwülsten Wurzeln entwickeln können, ist bei der Besprechung der *hairy roots* bereits gesagt, es ist aber auch möglich, vor allem wenn die Tumore am Stamm sitzen, daß sie rudimentäre Sprosse und Blätter hervorbringen. Fig. 14 zeigt solche Tumore an Kartoffeltrieben, die zurückgeschnitten und an der Schnittfläche künstlich infiziert wurden, mit beblätterten Trieben und zahlreichen Stolonen.

Es interessiert uns nun zuerst die Frage: Aus welchen Zellarten entstehen solche Tumore?

Wir wissen sicher, daß der Ausgangspunkt jede Meristemzelle, also demnach jede beliebige Kambiumzelle, ferner irgendeine Parenchymzelle der Rinde, des Marks, resp. der Markstrahlen sein kann. Weiter hat SMITH in einem Falle beobachtet, daß auch eine Epidermiszelle als Ausgangszelle dienen kann. Ob andere Zellarten dazu fähig sind, ist nicht sicher bekannt. Da wir aber wissen, daß verholzte Zellen unter der Wirkung z. B. des Wundreizes wieder in teilungsfähige Zellen übergehen können, ist es nicht unwahrscheinlich, daß auch aus ihnen heraus die Tumorbildung beginnen kann.

Eine weitere uns interessierende Frage ist die: Wie geht die Geschwulstbildung aus solchen Zellen vor sich?

Nach Untersuchungen von SMITH ist das erste Stadium bei der Entwicklung einer Galle das Anschwellen einer bestimmten Zelle, meist einer Parenchymzelle der Rinde; diese teile sich dann sehr schnell in 4, 8, 16, 32 u. s. f. Tochterzellen, die in die erweiterte und verdickte Membran der ursprünglichen Zelle eingeschlossen seien. Die Teilung dauere fort, bis eine große Menge kleiner Tumorzellen ohne Interzellularräume gebildet sei. Später könnten sich diese Zellen normal oder noch stärker vergrößern. Das Wachstum des Tumors erfolge dann durch „Apposition", wie SMITH den Vorgang nennt, d. h. durch Verwandlung der angrenzenden normalen Parenchymzellen in solche Tumorzellen, von denen mehr als 100 in einer einzigen Rindenzelle entstehen könnten. Im weiteren Verlauf der Entwicklung tritt eine gewisse Differenzierung ein, diese ist aber regellos und ungeordnet.

Schneiden wir Tumore durch, so zeigt sich eine Masse runder oder spindelförmiger Zellen (siehe Fig. 15 u. 16 Taf. XI/XII), die uni- oder multinuklear sein können, im letzteren Falle findet man bis zu 7 Kerne in einer Zelle. Die Kernteilung ist mitotisch oder amitotisch; die Kerne können in ihrem Aussehen ganz verschieden sein: stark vergrößert, gelappt, gespalten, eingeschnitten oder

rissig. Die Zellen zeichnen sich meist dadurch aus, daß sie sich bei der Behandlung mit Farbstoffen besonders stark färben. Außer diesen Zelltypen finden wir aber auch Gefäße in verschieden großer Zahl, stets aber in völlig regelloser Anordnung (siehe Fig. 17) und meist gar nicht in Verbindung stehend mit den Gefäßen des Organs, an dem sie entstanden sind, obwohl die Tumore manchmal tief in das Zellinnere hineinragen[1]).

Wodurch, so müssen wir uns weiter fragen, wird der erste Teilungsvorgang der Zelle ausgelöst? ERW. F. SMITH[2]) hat schon früh versucht, diesen Vorgang auf eine Weise zu erklären, die ebenso interessant wie originell ist: Nach Eintritt des bakteriellen Erregers in die Zelle soll sich derselbe darin anfänglich lebhaft vermehren. Die durch diesen beschleunigten Lebensprozeß erzeugten Stoffwechselprodukte — es wurden Fettsäuren (Ameisen-, Essigsäure), Alkohole, Aldehyde und Ammoniak als solche sowohl in künstlichen Kulturen wie in Tumoren nachgewiesen — sollen dann das weitere Wachstum der Mikroorganismen inhibieren, indem sie dieselben zur Bildung von teratologischen Formen zwingen und das Absterben eines Teiles dieser bedingen. Dadurch soll die Membran der (getöteten) Bakterienzellen durchlässig werden und die bakteriellen Endotoxine in die Zelle diffundieren. Der Zellkern soll hierauf unter dem Reiz der Säuren oder der genannten Endotoxine, oder auch vielleicht infolge Überschusses an Kohlensäure, der durch die Bakterien erzeugt werde, in Teilung eintreten. Die aus den Mutterzellen in die Tochterzellen getragenen, mehr oder weniger gelähmten Bakterien sollen in diesen, wahrscheinlich durch den sich bei der Teilung in die Zellen ergießenden Zellkernsaft, zu neuem Wachstum angeregt werden, und die eben beschriebenen Erscheinungen sollen sich hier wiederholen. Auf diese Weise bilde sich manchesmal in wenigen Wochen ein enormer Überschuß an Tumorgewebe.

Es lag nahe, aus diesen Gedankengängen heraus weiter zu folgern, daß vielleicht mit diesen Reizstoffen allein eine Tumorbildung zu erzielen sei. Es wurden von SMITH[3]) und später auch von anderen[4]) mit gewissem Erfolg Versuche in dieser Richtung ausgeführt. SMITH nahm Bepinselungen oder Injektionen mit sehr

---

1) Siehe auch SMITH, E. F., The Journ. of Cancer Research 1916. 1. 231.

2) SMITH, E. F., Centralbl. f. Bakteriol. II Abt. 1912. 34. 394.

3) SMITH, E. F., Proceed. National Acad. Scienc. 1917. 3. 312. — Journ. Agric. Research 1917. 8. 165.

4) BLUMENTHAL, F. und MEYER, P., Zeitschr. f. Krebsforschung 1924. 21. 250. AULER, H., idem 1925. 22. 506.

verdünnten Lösungen vor oder ließ Dämpfe auf bestimmte Pflanzenteile einwirken. Fig. 18 zeigt z. B. ein Blumenkohlblatt mit Wucherungen, die durch Reizung mit Ameisensäure (1 : 100) hervorgerufen sind. Derartige Wucherungen wurden auf die verschiedenste Art erhalten, jedoch stets nur in geringeren Dimensionen als die durch *Bact. tumefaciens.* SMITH führte das darauf zurück, daß der Reiz im ersteren Falle ein unterbrochener sei, während er durch die Bakterien continuierlich wirke. Die erhaltenen Geschwülste waren entweder einfache Hypertrophien oder vaskularisierte Hyperplasien oder auch Mischungen von hypertrophierten und hyperplasierten Zellen[1]).

Die neuesten Untersuchungsbefunde von REHWALD[2]), die ich auch bestätigen kann, nach denen nämlich Mohrrübenscheiben auch ohne chemischen Reiz (wie Milchsäure) Wucherungen bilden, widerlegen natürlich nicht die Ergebnisse von SMITH.

Da SMITH mit den verschiedensten chemischen Stoffen die gleichen Reize auslösen konnte, folgerte er, daß die Bildung der Geschwülste weniger auf chemische als auf physikalische, und zwar osmotische Ursachen zurückzuführen sei. Er sprach später[3]) die Vermutung aus, daß die Stoffwechselprodukte innerhalb der Zelle Praecipitate hervorrufen, die die normale Respiration hemmen und die Respirationsstörungen ihrerseits die Zellteilung bedingen. Es gelang ihm auch experimentell z. B. an Kartoffeln zu zeigen, daß durch O-Entzug Wucherungen an den unter Paraffinverschluß gehaltenen Knollenstücken hervorgerufen werden.

Ich komme später noch einmal auf die Auslösungsvorgänge zurück.

Die Krankheit verdient nicht nur deswegen ganz besondere Beachtung, weil die Erreger ganz verschiedenartige pathologische Mißbildungen bei den Pflanzen hervorrufen können, sondern auch deshalb, weil unter gewissen Bedingungen von den primären Gallen, verbunden durch Stränge abnormen Gewebes, die sogenannten *tumor strands,* die in das normale Gewebe eingebettet sind, „sekundäre Gallen“ in größerer oder geringerer Entfernung von den primären sich bilden können[4]) (siehe Fig. 19). Es sind also die sekundären Tumore Auswüchse aus den *„tumor strands“*.

1) SMITH, E. F., Brooklyn Botanic. Garden Memoirs 1918. 1. 448. — Bacterial diseases of plants 1920. 413.

2) REHWALD, C., Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 1927. 37. 65.

3) SMITH, E. F., Archives Dermatology and Syphilology 1920. 2. 176.

4) Siehe SMITH, E. F., und MC CULLOCH, U. S. Dept. Agr. Bur. Plant. Ind. Bull. 255. 1912.

Letztere sind auf Längsschnitten teilweise bereits mit bloßem Auge, teilweise erst mikroskopisch erkennbar. In Tabakstengeln sind diese Stränge bisher nur in der äußeren Rinde, in Stengeln von *Chrysanthemum* in der peripheren Region des Markes, gewöhnlich zwischen den Spiralgefäßen eingelagert, gefunden worden.

Wo auch immer sie vorkommen, stets sind sie deutlich von dem sie umgebenden Gewebe unterschieden, und zwar nicht nur in der Struktur, sondern auch, wie gesagt, in ihrem Verhalten gegen Farbstoffe (siehe Fig. 20 und 21). Bei *Chrysanthemum* und auch bei der Sonnenblume hat SMITH diese Stränge noch in Entfernungen von etwa 20 cm von dem primären Tumor beobachten können.

Nach der Meinung von SMITH dringt das Gewebe des primären Tumors strangförmig in der Wirtspflanze vor und erzeugt die sekundären Tumore, und zwar glaubt er, daß die Bildung des „*tumor strand*“ das Ergebnis appositionalen Wachstums in nur einer Richtung sei, indem ein schmaler Streifen normalen Gewebes durch die Teilung seiner Zellen dem Tumor eine weitere Ausdehnung gäbe. Die sekundären Tumore nun sollen die Struktur desjenigen Gewebes aufweisen, in dem sich der primäre Tumor entwickelt hat, auch dann, wenn die ersteren in anderen Organen der Pflanze auftreten. Entsteht also der primäre Tumor am Stamm, der sekundäre am Blatt, so soll der Blatt-Tumor stets dem Stamm-Tumor entsprechen. Der Nachweis, daß das Gewebe des sekundären Tumors von dem des primären abstammt, ist aber bisher nicht einwandfrei erbracht. Es ist durch Infektionsversuche unschwer möglich, z. B. aus Blattzellen stammähnlich gebaute Gewebekörper als primäre Gallen zu erhalten. KÜSTER[1]) ist deshalb wohl im Recht, wenn er es für unzulässig erklärt, von der Achsenstruktur der an Blättern gefundenen Gallen auf die Provenienz des sie aufbauenden Gewebes zu schließen.

Auch der Beweis einer „Infiltration“ des Gallengewebes ist keineswegs erbracht. JENSEN[2]), COOK[3]) und MAGROU[4]) wollen derartige Erscheinungen beobachtet haben, es besteht aber meines Erachtens hier die Möglichkeit einer Täuschung.

---

1) KÜSTER, Pathologische Pflanzenanatomie, Jena 1925. 321.

2) JENSEN, Rapport de la deuxième internat. conférence pour l'étude du cancer. Paris 1910. — Med. Kgl. Vet. Land. Copenhagen, Serum Lab. 1910 und 1918.

3) COOK, Phytopathology 1923. 13. 476.

4) MAGROU, Ann. de l'Inst. Pasteur 1924. 38. 857.

ROBINSON und WALKDEN[1]), die an *Nicotiana affinis* entsprechende Untersuchungen gemacht haben, führen die Tatsache, daß sekundäre Gallen in einiger Entfernung von den primären entstehen 1. auf die Wanderung der Bakterien und 2. auf die aktive Streckung des Gewebes zurück.

Auch mir ist die Erzeugung von „*tumor strands*" und Sekundärtumoren wie noch einigen anderen Untersuchern gelungen, und ich bin der Meinung, daß die Entstehung der *tumor strands* in der Hauptsache der Streckung des jugendlichen, infizierten Gewebes zuzuschreiben ist, denn es muß ausdrücklich betont werden, daß sie und mit ihnen die sekundären Tumore bisher nur an ganz jungen oberirdischen Pflanzenteilen und nur an diesen hervorgebracht werden konnten. In der Natur sind solche Stränge und Sekundärgeschwülste bisher nicht gefunden worden.

Daß Meinungsverschiedenheiten hinsichtlich der Entstehung der Stränge und der Sekundärtumore sowie ihrer Folgeerscheinungen vorhanden und noch nicht geklärt sind, liegt daran, daß der Nachweis der bakteriellen Erreger im Gewebe nur in den allerersten Stadien der Infektion möglich ist und nachher nicht mehr. Es besteht deshalb auch eine weitere Meinungsverschiedenheit und zwar hinsichtlich des Sitzes der Bakterien. Während E. F. SMITH und seine Mitarbeiter[2]) angeben, daß sie intrazellular vorkommen, steht RIKER[3]) auf dem Standpunkt, daß sie sich nur interzellular finden.

SMITH[4]) hat sich früher zum Nachweis einer Goldfärbemethode bedient, gibt neuerdings[5]) aber an, daß es sich bei den gefärbten Gebilden nicht um Bakterien, sondern wahrscheinlich um Mitochondrien handelt.

Ob bei *Bact. tumefaciens* ähnliche Vorgänge vorliegen wie sie neuestens bei einigen menschlichen Krankheiten vermutet werden, so z. B. bei der Tuberkulose und dem Typhus (FRIEDBERGER[6]), (KRAUS[7]), daß nämlich der ursprünglich sichtbare Erreger verschwinden und an seiner Stelle ein ultravisibles Virus nachweisbar

---

1) ROBINSON und WALKDEN, Ann. of Botany 1923. 37. 299.

2) SMITH, E. F., BROWN, N., and TOWNSEND, U. S. Dept. Agr. Bur. Plant. Indust. Bull. 213. 1911.

3) RIKER, A. J., Journ. Agric. Research 1923. 25. 119 und 26. 425. — Phytopathology 1922. 12. 55 u. 1923. 13. 43.

4) SMITH, E. F., Phytopathology 1912. 2. 127.

5) SMITH, E. F., Bacterial diseases of plants 1920. 419.

6) FRIEDBERGER, E., Centralbl. f. Bakteriol. I Abtlg. 1926. 99. 156.

7) KRAUS, R, Centralbl. f. Bakteriol. I Abtlg. 1926. 100. 378.

werden soll, dürfte wohl nicht wahrscheinlich sein; die Tatsache, daß wir aus den pflanzlichen Tumoren den Erreger in seiner sichtbaren Form wieder herauszüchten können, spricht jedenfalls nicht dafür.

Schon bald nach der Klärung der Urache dieses Pflanzenkrebses hat ERW. SMITH[1]) auf gewisse Ähnlichkeiten zwischen dem pflanzlichen und menschlichen Krebs hingewiesen, was ihm allerdings anfänglich kaum mehr als Spott von seiten der Mediziner eingebracht hat[2]). Er vertrat schon damals die Meinung, daß tierischer und menschlicher Krebs auch durch Mikroorganismen hervorgerufen sein könne, er hat aber — entgegen den häufig anzutreffenden Meinungen — niemals die Behauptung aufgestellt, daß *Bact. tumefaciens* der Erreger des menschlichen Krebses sei, im Gegenteil, er hat sogar darauf verwiesen, daß die von ihm in Reinkultur gehaltenen Pflanzenkrebserreger ihr Wachstumsmaximum bei etwa 37 ° C haben, zur normalen Entwicklung bei Bluttemperatur also garnicht befähigt seien[3]).

Ehe auf die Ergebnisse der medizinischen Krebsforschung und dann auf die Unterschiede und Übereinstimmungen bei Menschen- und Tierkrebs einerseits und Pflanzenkrebs andererseits eingegangen werden soll, mag kurz die Frage gestreift werden: Was bezeichnet der Mediziner als Krebs? In erster Linie das Carcinom und in zweiter das Sarkom. Unter Carcinom versteht er diejenige Geschwulst, die aus Epithelgewebe hervorgegangen ist und unter Sarkom die aus Bindegewebe entstandene. Carcinome und Sarkome sind „maligne" also bösartige Tumore; im Gegensatz hierzu stehen die „benignen", d. h. die gutartigen Wucherungen, wie die Granulome, also Wundgewebswucherungen, wie wir sie bei den Pflanzen als Callus kennen.

Bei Carcinomen und Sarkomen ist die Metastasenbildung das besonders Gefürchtete und auch Gefährliche. Man versteht darunter

---

1) SMITH, E. F., U. S. Dept. Agr. Bur. Plant. Ind. Circ. 85. 1911. — Zeitschrift f. Krebsforschg. 1912. 11. 137. — Science, n. s. 1912. 35. 161 — Centralbl. f. Bakteriol. II Abtlg. 1912. 34 394. — Science, n. s. 1916. 43. 348 u. 871. — Journ. of Cancer Research 1916. 1. 231. — Proc. Nat. Acad. Sci. 1916. 2. 444. — Journ. Amer. Med. Ass. 1916. 67. 1318. — Johns Hopkins Hosp. Bull. 28. 1917. 277. — Science, n. s. 1925. 61. 419 u. 595. — Journ. of Cancer Research 1922. 7. 1. — The Journ. of Radiology 1923. (Sonderabdruck). — Journ. of Cancer Research 1924. 8. 234.

2) 20 Jahre später war ERWIN F. SMITH Präsident der American Association of Cancer Research, als Naturwissenschaftler also Führer der amerikanischen Krebsforscher!

3) SMITH, E. F., Science, n. S. 1925. 59. 595.

das Abwandern einzelner Krebszellen aus der primären Geschwulst, die wandernden Zellen setzen sich dann irgendwo an anderen Körperstellen fest und bilden dort eine neue Geschwulst, von der weiterhin wieder Zellen abwandern können u. s. f. Diese sekundären, tertiären usw. Krebsknoten bezeichnet man also als Metastasen.

Sowohl beim Carcinom wie beim Sarkom haben wir rundliche oder spindelförmige Zellen. Zwischen den Tumoren der Tiere und den entsprechenden beim Menschen finden sich selbstverständlich keine Unterschiede. Die Krebszellen können ein- und mehrkernig sein. Die Kerne sind meist größer als die der normalen Gewebszelle und vielfach auch in der Form verschieden. Die Durchsetzung der Tumore mit Blut- und Lymphgefäßen ist meist regellos und unvollkommen. Das Wachstum der Geschwülste ist entweder verdrängend oder infiltrierend, d. h. die Geschwulstzellen verdrängen entweder die Zellen des normalen Gewebes, oder sie schieben sich zwischen dem Gewebe in Lücken, Spalten usw. vor. Es kann die Geschwulst aus einer einzigen Krebszelle hervorgehen. Die Metastasen stimmen in ihrem Aufbau und ihrer Struktur mit den Ausgangstumoren meist überein.

Schon sehr früh haben LEO LOEB[1]) und JENSEN[2]) den Beweis erbracht, daß die malignen Tumore sich auf andere Tiere derselben Species, manchmal auch nur derselben Rasse einer Species transplantieren lassen, wie es für die pflanzlichen Tumore ja bereits erwähnt ist.

Die Idee eines parasitären Ursprungs des menschlichen und tierischen Krebses wurde von den Medizinern früher und auch nach der Entdeckung des Pflanzenkrebserregers fast einmütig verworfen.

Es ist daher zu verstehen, daß die experimentellen Untersuchungen von PEYTON ROUS[3]), über die er 1910 erstmalig berichtete, ungeheures Aufsehen hervorriefen, brachten sie doch eine starke Erschütterung der alten Doktrin, nach der beim Krebs das krebsige Gewebe das einzig parasitäre sei. ROUS hatte aus einem Hühnersarkom (siehe Fig. 22) ein völlig klares Berkefeld-Filtrat gewonnen und damit nach Einimpfung in gesunde Hühner wieder Sarkome erhalten. Die Eigenschaften dieses filtrierbaren

1) LOEB, L., siehe SMITH, E. F., The Journ. of Radiology. Sept. 1923 (Sonderabdruck).

2) JENSEN, siehe SMITH, E. F., The Journ. of Radiology. Sept. 1923 (Sonderabdruck).

3) ROUS, Journ. of Exper. Med. 1910. 12 und 1911. 13. — Berlin. klin. Wochenschrift 1914. Nr. 27.

Agens ließen ihn zu der Annahme berechtigt erscheinen, daß es sich bei diesem um einen lebenden, ultravisiblen Organismus handelte. Unabhängig von P. ROUS, aber zu der gleichen Zeit, hatte der Japaner AKIRA FUJINAMI[1]) analoge Untersuchungen mit Hühnersarkomen ausgeführt, die in ihren Ergebnissen mit denen ROUS' völlig übereinstimmten. An dem gleichen Objekt, dem ROUSschen Hühnersarkom, hatten auch die Engländer GYE und BARNARD[2]) neuerdings ihre Untersuchungen vorgenommen; ihren Entdeckungen, die geradezu epochemachend sein sollten, ist aber die Bestätigung versagt geblieben. Aus ihren Befunden, auf die im Einzelnen nicht näher eingegangen werden kann, schlossen sie, daß zur Erzeugung des Sarkoms 2 Substanzen nötig seien, und zwar eine corpusculäre (das Virus) und eine chemische. Die chemische Substanz, nach GYE der „spezifische Faktor", ohne den das Virus unwirksam sei, gewann er durch Zusatz von Chloroform zu dem ROUS-Tumorenextrakt.

FLU[3])-Leiden hat die Experimente von GYE nachgeprüft, und es gelang ihm, nachzuweisen, daß es nur in den Fällen zur Tumorenbildung kam, wo der Chloroformzusatz ungenügend zur Abtötung des Virus war. Deswegen glaubt FLU die Schlüsse GYEs umkehren zu müssen. Während GYE die Existenz eines ubiquitären Virus von Tumoren annimmt, das, um zur Wirkung zu gelangen, einen spezifischen Faktor — nach ihm die chemische Substanz — braucht, will FLU dem Virus des Sarkoms die Spezifität zuerkennen und nicht der sog. chemischen Substanz, die nach ihm vielleicht aus Stoffwechselprodukten (Endotoxinen) bestehen könne. Diese nicht spezifische Substanz, die aus Tumoren und normalen Organen der verschiedensten Tiergruppen gewonnen werden kann, wirke auf das spezifische Virus, wenn dieses in subinfektiösen Dosen injiziert werde, aktivierend ein, ebenso wie wir die aktivierende Wirkung von Bakterienextrakten auf subletale Dosen pathogener Organismen kennen.

Daß auch tierische Parasiten für die Entstehung des Krebses in Frage kommen können, haben vor allem die Untersuchungen von FIBIGER[4]) und BORREL[5]) gezeigt. Der Erstere fütterte Ratten

1) Siehe SMITH, E. F., The Journ. of Radiology 1923.

2) GYE und BARNARD, Lancet 1925. 209. 109.

3) FLU, Centralbl. f. Bakteriol. I. Abtlg. Orig. 1926. 99. 332.

4) FIBIGER, Zeitschr. f. Krebsforschg. 1913. 13. 217; 1914. 14. 295; 1919. 17. 1. — Journ. of Cancer Research 1919. 4. — Det. Kgl. Danske Videnshab. Selskab. Biol. Meddelelser 1918.

5) BORREL, Ann. de l'Instit. Pasteur 1910.

mit Nematoden (*Spiroptera neoplastica*), die er in den Muskeln von Küchenschaben und im Wirtswechsel mit Ratten lebend gefunden hatte. Im Magen der damit gefütterten Ratten, in dessen Epithel der ausgewachsene Nematod lebt, bildeten sich entzündliche Herde, in zahlreichen Fällen Papillome, in einigen wenigen auch Carcinome, die ihrerseits wieder zur Metastasenbildung sich fähig erwiesen (siehe Fig. 23); dabei ist bemerkenswert, daß in den entstandenen Metastasen niemals Nematoden nachgewiesen werden konnten.

BORREL hat ähnliche Versuche mit *Taenia crassicollis* bei Ratten ausgeführt. Er fand die Würmer im Wirtswechsel zwischen Katzen und Ratten. Die Larven der *Taenia*, die im ausgewachsenen Zustand im Darm der Katze leben, setzen sich, nachdem sie durch die Wand des Verdauungskanales hindurchgewandert sind, in der Leber der Ratte fest und können hier Sarkome bilden, was durch die ausgedehnten Untersuchungen von BULLOCK und CURTIS[1]) Bestätigung fand.

Daß Krebs auch durch Röntgenbestrahlung entstehen kann, ist allgemein bekannt, und es ist weiterhin bekannt, daß auch durch Behandlung mit Teer experimentell Krebs hervorgerufen werden kann. Den Japanern YAMAGIWA und ICHIKAWA[2]) (der erstere ist ein Schüler VIRCHOWs) gebührt das Verdienst, zuerst derartige Untersuchungen mit Erfolg, und zwar an Mäusen durchgeführt zu haben. Ein weiterer Japaner, TSUTSUI[3]), erhielt bei seinen Versuchen ähnliche Ergebnisse. Ebenso konnten MENETRIER und SURMONT[4]) diese experimentelle Krebserzeugung durch Bepinseln der Hautstellen der Versuchstiere mit Teer bestätigen. In Dänemark war es FIBIGER[5]), in Holland DEELMANN[6]), in England MURRAY und WOGLUM[7]) und auch LEITCH[8]), in

---

1) BULLOCK u. CURTIS, Proc. of the New York Pathol. Soc. 1920. 20. 149.

2) YAMAGIWA und ICHIKAWA, Mitt. aus der Med. Fak. d. Kaiserl. Univ. zu Tokio. 1916, 1917, 1918 u. 1919. Siehe auch SMITH, E. F., The Journ. of Radiology 1923

3) TSUTSUI, Gann 1918. 12. 17.

4) MENETRIER und SURMONT, Bull. de l'Assoc. Franc. pour l'Etude du Cancer 1922 u. 1923.

5) FIBIGER, Biolog. Meddelelser. III. 1921. — Leeuwenhock-Vereenigung. 1922. 1. Heft 7.

6) DEELMANN, Nederl. Tijdschr. v. Geneesk. 1921. Nr 20. — Zeitschr. f. Krebsforschung 1922. 18. Heft 4/6 u. 1923. 19. H. 2/3.

7) MURRAY u. WOGLUM, 7th Sci. Rep. Imp. Cancer Res. 1921.

8) LEITCH, Brit. Med. Journ. Dec. 9. 1922. 1101.

Deutschland besonders TEUTSCHLÄNDER[1]), die durch solche Teerpinselungen maligne Tumoren hervorzurufen imstande waren. Das Ergebnis war nicht in allen Fällen positiv, der Erfolg hing aber im großen und ganzen von der Dauer der Bepinselungen ab. Das haben vor allem die Versuche des Dänen BANG[2]) bewiesen, der in 97,4% Krebs bei Mäusen auf diese Weise zu erzeugen vermochte. Das Alter der Mäuse spielte dabei gar keine Rolle. Es waren ganz junge Tiere ebenso anfällig wie alte (s. Fig. 24).

Nachdem nun einmal feststand, daß mit Steinkohlenteer Carcinome zu erhalten waren, wurde weiterhin versucht, mit gewissen Bestandteilen dieses Teeres, der ja chemisch kein einheitlicher Stoff ist, zu experimentieren. So haben z. B. die Schweizer BLOCH und DREIFUSS[3]) mit den oberhalb 300° C übergehenden Teeranteilen nach viermonatlichen Bepinselungen in 100% maligne Tumoren erzeugen können. Mit Anilin-Farbstoffen wie Scharlachrot, als ölige Suspension angewandt und nicht durch einfaches Bepinseln der Haut, sondern durch Injektion, haben BERNH. FISCHER[4]) bei Ratten und YAMAGIWA und OHNO[5]) bei Hennen Erfolg gehabt. UMEHARA[6]) benutzte, gleichfalls mit teilweisem Erfolg, hierzu den bekannten Fettfarbstoff Sudan III.

In allen diesen Fällen waren niemals Bakterien in den Krebswucherungen (einschließlich der Metastasen) zu finden.

Im Jahre 1924 erregten dann Arbeiten aus dem Institut für Krebsforschung der Charité zu Berlin, und zwar von BLUMENTHAL, AULER und MEYER[7]), großes Interesse, denn nach ihren Mitteilungen war es ihnen gelungen, zuerst aus dem Sekret eines Mamma-Carcinoms, dann auch aus anderen menschlichen Krebsgeschwülsten Bakterien zu isolieren, die große Ähnlichkeit mit dem *Bact. tumefaciens* haben sollten, und die sich an Tieren und auch an Pflanzen als pathogen erwiesen. Fig. 25 zeigt einige Tumoren an der Sonnenblume, hervorgerufen durch Impfung mit

---

1) TEUTSCHLÄNDER, Vortrag im Naturhist. med. Verein Heidelberg 10. I. 1922; ref. Münch. med. Wochenschr. 1922. — Zeitschr. f. Krebsforsch. 1923. 20. Heft 1/2.

2) BANG, Bull. de l'Assoc. Franc. pour l'Etude du Cancer 1923. 12. — Compt. Rend. Soc. Biol. Paris 1922. 10. 754.

3) BLOCH und DREIFUSS, Schweiz. med. Wochenschr. 1921. Nr. 45.

4) FISCHER, BERNH., Münch. med. Wochenschrift 1906. Nr. 42.

5) YAMAGIWA und OHNO, Gann, 1918. 12. 3.

6) UMEHARA, Gann, 1918. 12. Teil 3 u. 4.

7) BLUMENTHAL, AULER u. MEYER, Zeitschr. f. Krebsforschg. 1924. 21. 387. — Klin. Wochenschr. 1924. 3. 1114.

dem aus dem Mamma-Carcinom isolierten Stamm PM. Wurden Mäusen oder Ratten Reinkulturen dieses Stammes injiziert, so entstanden bereits nach wenigen Tagen fühlbare Neubildungen an der Injektionsstelle, diese erreichten jedoch niemals mehr als Erbsengröße, bildeten sich aber bald zurück. Wurde der Aufschwemmung ein Reizmittel wie Kieselgur beigemischt, so wurde nicht viel mehr erreicht. Erst als dem Bakteriengieselgur-Gemisch noch Gewebsflüssigkeit aus Ödemen Krebskranker hinzugefügt wurde, nahmen die Tumoren an Größe zu, ließen sich transplantieren und verhielten sich auch sonst wie die bekannten Tiertumore, bildeten teilweise Metastasen usw. (siehe Fig. 26 und 27).

TEUTSCHLÄNDER und KRONENBERGER[1]) haben bei Mäusen die gleichen Versuche wiederholt und, da sie von BLUMENTHAL die Bakterienstämme nicht erhalten konnten, dazu den SMITHschen Originalstamm *Bact. tumefaciens* verwendet. Sie mischten, anstelle der Ödemflüssigkeit, Ascitesflüssigkeit, die von einer Frau mit *Carcinosis peritonei* stammte und einwandfrei steril war, mit Kieselgur und setzten diesem Gemisch einige Ösen von *Bact. tumefaciens* zu. Die Versuche verliefen mit dem SMITHschen Stamm völlig negativ.

Kurz erwähnt sei noch, daß JOS. KOCH[2]) aus dem Institut ROB. KOCH in Carcinomen Zellen gefunden hat, die nach ihm amöboide Bewegungen ausführten, und die er scheinbar geneigt ist für Protozoen zu halten (siehe Fig. 28). O. SCHMIDT[3])-München vertritt schon in bestimmterer Form, jedoch ohne überzeugende Beweise die Meinung, Protozoen seien Krebserreger.

Endlich muß der hervorragenden Stoffwechseluntersuchungen des Carcinoms von OTTO WARBURG[4]) und seinen Mitarbeitern gedacht werden, die das Krebsproblem als ein zellphysiologisches ansehen. WARBURG stellte fest, daß das Epithel der Haut, der Schleimhaut und der Drüsen atmet, und daß das Carcinomgewebe unter den gleichen Bedingungen auch atmet, daß aber neben der Atmung eine Gärung und zwar eine Milchsäuregärung einhergeht. Diese glycolytische Gärung ist so stark, daß pro Stunde rund

---

1) TEUTSCHLÄNDER und KRONENBERGER, Zeitschr. f. Krebsforschg. 1926. 23. 177.

2) KOCH, J., Centralbl. f. Bakteriol. I Abt. Orig. 1925. 96. 283 u. 1926. 100. 75.

3) SCHMIDT, O., Zeitschr. f. Krebsforschg. 1926. 23. 488.

4) WARBURG, O., POSENER, K. und NEGELEIN, H., Biochem. Zeitschr. 1924. 152. 309. — WARBURG, O., Die Naturwissenschaften. 12. Jahrg. 1924. 1131 u. 15. Jahrg. 1927. 1.

10% des Tumorgewichtes an Milchsäure gebildet wird. Sie ist nach WARBURG allen Krebszellen gemeinsam und unabhängig von Tierart, Ursprungsgewebe und Entstehungsreiz.

Es gärt also der Krebs, die Ursprungsgewebe gären nicht. Letztere gären jedoch auch in der Erstickung. So konnte WARBURG bei den gewöhnlichen Epithelzellen etwa 1% Milchsäure pro Stunde nachweisen. Nahm er aber ganz junge, gut wachsende, z. B. embryonale Zellen, so erhielt er bei diesen auch in der Erstickung 10% Milchsäure, so daß er aus den Befunden ableitet: Die Carcinomzelle ist eine wachsende Körperzelle, deren Atmung geschädigt ist.

Da die anaerobe Komponente des Stoffwechsels, die Milchsäuregärung resistenter ist gegen Schädigungen der Zelle als die Atmung, so wird bei jeder Schädigung die letztere unterdrückt zugunsten der ersteren, und auf diese Weise sollen Zellen von den Eigenschaften der Carcinomzelle entstehen und die Störung des Gleichgewichtes der beiden Komponenten also als Ursache des Carcinoms anzusehen sein.

In der Tat gelang es CARREL[1]), Krebszellen in vitro zu erzeugen durch Behandlung von Hühnerembryonen mit arseniger Säure in der Verdünnung von 1 : 125000—150000 und mit diesen nach Injektion bei Hühnern metastasierende Sarkome entstehen zu sehen; dasselbe gelang ALB. FISCHER[2]) durch Einwirkung von Arsen auf embryonale Milz.

Zusammenfassend können wir daher sagen, daß sowohl belebte Faktoren (wie Vira, Bakterien, tierische Parasiten) als auch unbelebte den Krebs zu erzeugen imstande sind. Und es ist durchaus wahrscheinlich, daß im Falle der belebten Faktoren die Stoffwechselprodukte oder andere Ausscheidungsstoffe der Lebewesen die primäre Ursache der Krebsentstehung sein werden. Dies letztere hätte auch für den Pflanzenkrebs und seinen Erreger Geltung, und es gewänne die von SMITH für die Pflanzentumorenentstehung zuerst ausgesprochene und von WARBURG für die Carcinome experimentell gestützte Theorie große Wahrscheinlichkeit, nach der alle diese Stoffe die normale Respiration der Zellen unterdrücken.

Es würden also nach SMITH und WARBURG Sauerstoffmangel, oder, was dasselbe ist, anaerobe Bedingungen den inneren Anstoß

---

1) CARREL, Journ. American Med. Assoc. 1925. 84. 157. Compt. Rend. de la Soc. Biolog. 1925. 92. 1492; 93. 10, 12, 85, 491, 1083 u. 1278.

2) Siehe WARBURG, Die Naturwissenschaften 15. Jahrg. 1927. 1.

zu ungehemmter Zellteilung geben, durch die ja erst die Geschwulstbildung möglich ist. Damit tritt also eine Wesensänderung der Zellen ein, die v. HANSEMANN[1]) „Anaplasie" nennt, und die er auf einen Verlust von Chromosomen oder Chromosomenteilen zurückführt, da er atypische Mitosen in den Geschwülsten nachzuweisen imstande war. Der abnorme Chromosomenbestand der Tumorzellen ist nach BERNH. FISCHER[2]) tatsächlich auch von anderer Seite bestätigt worden. Da TEUTSCHLÄNDER und H. SCHUSTER[3]) ihn beim experimentellen Teerkrebs nicht oder nur in bedeutungsloser Zahl nachweisen konnten, wird die Wichtigkeit, die ihm v. HANSEMANN zugesprochen hat, angezweifelt. Es scheint aber, daß Versuche in größerer Zahl erst durchgeführt werden müssen, ehe über die Rolle, die der verminderte Chromosomenbestand bei der ungeordneten Zellteilung spielt, sicheres gesagt werden kann. ERW. SMITH[4]) hält in seiner neuesten Arbeit von 1926 auch für die pflanzliche Tumorzelle eine teilweise Zerstörung der Chromosomen für wahrscheinlich, wodurch dann notwendigerweise alle Deszendenten dieser Zellen abnorm werden müßten. Es wird diese Frage aber auch erst durch exakte cytologische Untersuchungen zu klären sein.

Vergleichen wir nach dem Gesagten nunmehr Tier- und Menschenkrebs mit dem Pflanzenkrebs, so kommen wir zur Übereinstimmung in folgenden Punkten:

1. in der Malignität, denn auch der Pflanzenkrebs ist dem Wirt schädlich,
2. in dem funktionslosen Wachstum der Geschwülste,
3. in der atypischen Anordnung der Krebsgewebe,
4. in der auffallenden Hyperplasie,
5. in der ungenügenden Vaskularisation,
6. in dem Rückgang nach dem Herausschneiden,
7. in ihrem Verhalten nach der Transplantation, als ob sie selbst Parasiten wären,
8. in dem Verlust ihrer Polarität,
9. in ihrem mangelhaften Differenzierungsvermögen und
10. in den degenerativen Veränderungen innerhalb der Zelle.

---

1) v. HANSEMANN, Berlin. klin. Wochenschr. 1909, Nr. 41.
2) FISCHER, BERNH., Handbuch d. normalen u. patholog. Physiologie. 1927. 14., II 1221.
3) TEUTSCHLÄNDER und H. SCHUSTER, Zeitschr. f. Krebsforschg. 1926. 23. 183.
4) SMITH, E. F., The American Naturalist 1926. 60. 247.

Sollten die Befunde BLUMENTHALs und seiner Mitarbeiter Bestätigung finden, so wäre sogar der Beweis erbracht, daß Bakterien derselben Gruppe als Krebserreger sowohl bei Menschen wie bei Pflanzen auftreten, und es wären damit allerdings engste Beziehungen zwischen Menschen- und Pflanzenkrebs vorhanden.

Ob man aber im Vergleich soweit gehen darf, die gewöhnlichen Kronengallen den Sarkomen gleichzustellen, scheint mir etwas gewagt. Man könnte das vielleicht, wenn man die pflanzlichen Rindenzellen, aus denen zumeist die Kronengallen entstehen, mit den tierischen Bindegewebszellen in Parallele setzt. Dagegen ist eine Entscheidung m. E. heute überhaupt noch nicht möglich, ob die aus Epidermiszellen hervorgehenden Tumore den Carcinomen oder Epitheliomen von Tier und Mensch gleichgestellt werden können, weil, wie schon gesagt, es erst in einem einzigen Fall möglich war, eine Kronengalle aus einer Epidermiszelle entstehen zu sehen.

Eine wahre Metastasenbildung kommt bei Pflanzen nicht vor. Die sekundären Tumore sind nicht Metastasen vergleichbar, denn sie sind nicht aus vom Zellverband versprengten Einzelzellen entstanden. Auch ist zu bedenken, daß die Blut- und Lymphgefäße der Sarkome und Carcinome sich nicht aus Tumorzellen herausdifferenzieren, wie wir es bei den Tracheen der Pflanzentumore beobachten können, sondern vom gesunden Gewebe aus in die Geschwülste hineinwachsen.

Dennoch ist nicht zu bestreiten, daß Pflanzen- und Tierresp. Menschenkrebs derart viel Ähnlichkeit miteinander haben, daß die Forderung nicht unberechtigt erscheint, die pflanzlichen Tumore bei einer klaren, aber umfassenden Begriffsbestimmung als echte Krebse mit einzuschließen.

Vielleicht würden wir dieser Forderung gerecht mit folgender Definition:

„Unter Krebs verstehen wir transplantierbare Geschwülste mit auffallender Hyperplasie und ungeordneter und meist ungenügender Vaskularisation, die Mikroorganismen als Erreger in situ nicht erkennen lassen. Die an dem Aufbau der Geschwülste beteiligten Zellen zeigen ein mangelhaftes Differenzierungsvermögen, degenerative Veränderungen der Kerne und Verlust der Polarität. Sekundäre Tumoren können auf natürlichem oder künstlichem Wege entstehen."

Figurenerklärung der Tafeln.

Doppeltafel IX/X.

Fig. 1. Grind oder Mauke beim Weinstock; nach LIESKE.
„ 2. Junge Apfelwildlinge mit Kronengallen.
„ 3. Wollknotenform von *hairy-root* beim jungen Apfelbaum; nach HEDGCOCK.
„ 4. Birnbaum mit Kronengallen.
„ 5. Kirschbaum mit Kronengallen.
„ 6. Zuckerrübe mit Wurzelkropf.
„ 7. *Chrysanthemum frutescens* mit Tumoren an den oberirdischen Stengelteilen; nach LAUBERT.
„ 8. *Bact. tumefaciens*; Stamm *Chrysanth.* 2b; Bouillonagar-Kultur; Vergr. etwa 1600 fach.
„ 9. *Bact. tumefaciens*; Stamm Apfel IV 2b; Bouillonagar-Kultur; Vergr. etwa 1600 fach.
„ 10. *Bact. tumefaciens*; Stamm *Chrysanth.* 2b; Bouillon-Kultur mit verzweigten Formen; Vergr. etwa 1600 fach.
„ 11. *Bact. tumefaciens*; Stamm Apfel IV 2b; Bouillon-Kultur mit verzweigten Formen (x); Vergr. etwa 1600 fach.
„ 12. Pelargonie, geimpft mit *Bact. tumefaciens*, Stamm *Chrysanth.* 2b.
„ 13. Oleander, geimpft mit *Bact. tumefaciens*, Stamm *Chrysanth.* 2b.
„ 14. *Solanum tuberosum.* Triebe decapitiert und die Schnittwunden mit *Bact. tumefaciens* infiziert.

Doppeltafel XI/XII.

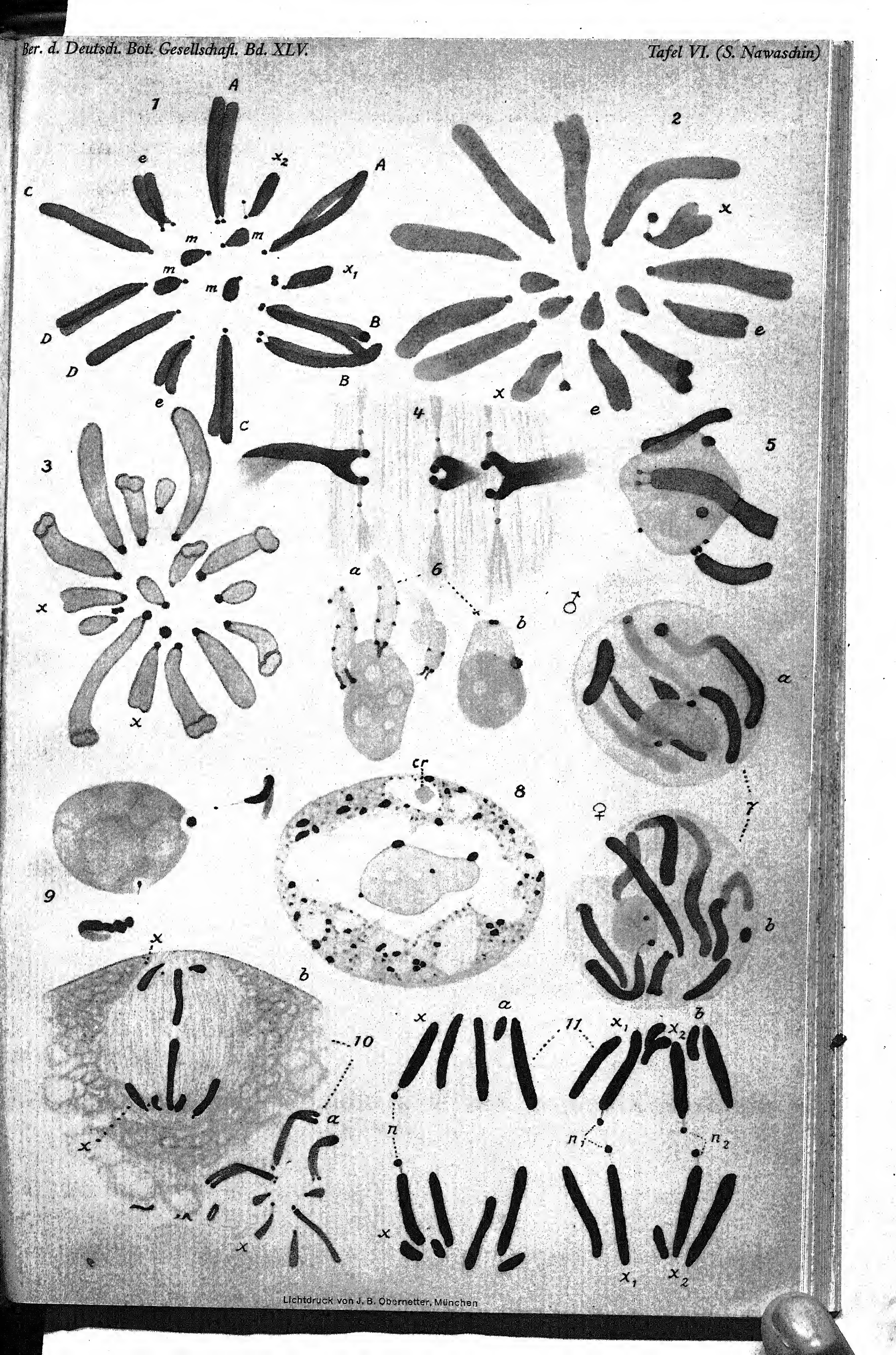
Fig. 15. Schnitt durch eine *Tumefaciens*-Geschwulst an *Chrysanthemum frutescens*, der nicht nur das kleinzellige Gewebe des Tumors erkennen läßt, sondern auch deutlich die Grenze zwischen gesundem und krankem Gewebe zeigt; nach E. F. SMITH.
„ 16. Schnitt durch eine größere *Tumefaciens*-Geschwulst an *Chrysanthemum frutescens*; die spindelförmigen Zellen sind hier besonders gut zu erkennen; nach E. F. SMITH. Vgl. hiermit die Fig. 22.
„ 17. Freihandschnitt durch eine *Tumefaciens*-Geschwulst an einer Kartoffelknolle.
„ 18. Durch Behandlung mit verdünnter Ameisensäure auf der Unterseite eines Blumenkohlblattes hervorgerufene Wucherungen; nach E. F. SMITH.
„ 19. *Chrysanthemum frutescens* mit primären (p) und sekundären (s) Tumoren; nach E. F. SMITH.
„ 20. Querschnitt durch „*tumor strands*“ bei *Chrysanthemum frutescens*; nach E. F. SMITH.
„ 21. Längsschnitte durch „*tumor strands*“ bei *Chrysanthemum frutescens*; nach E. F. SMITH.
„ 22. Schnitt durch ein ROUSsches Hühnersarkom; nach TEUTSCHLÄNDER.
„ 23. *Spiroptera*carcinom der Rattenzunge; nach FIBIGER.
„ 24. Teerkrebs; a) Maus am 107. Behandlungstage nach 34 Teerungen; b) dieselbe Maus am 163. Behandlungstage nach nur weiteren 6 Teerungen; nach G. DÖDERLEIN.

Fig. 25. Tumore an der Sonnenblume nach Impfung mit Stamm PM; nach F. BLUMENTHAL, AULER und P. MEYER.

„ 26. Ratte mit Primärtumor (a) und Metastase (b) auf indirektem Wege durch Stamm PM hervorgerufen; nach F. BLUMENTHAL, AULER und P. MEYER.

„ 27. Querschnitt durch einen Rattentumor mit Carcinomcharakter; nach F. BLUMENTHAL, AULER und P. MEYER.

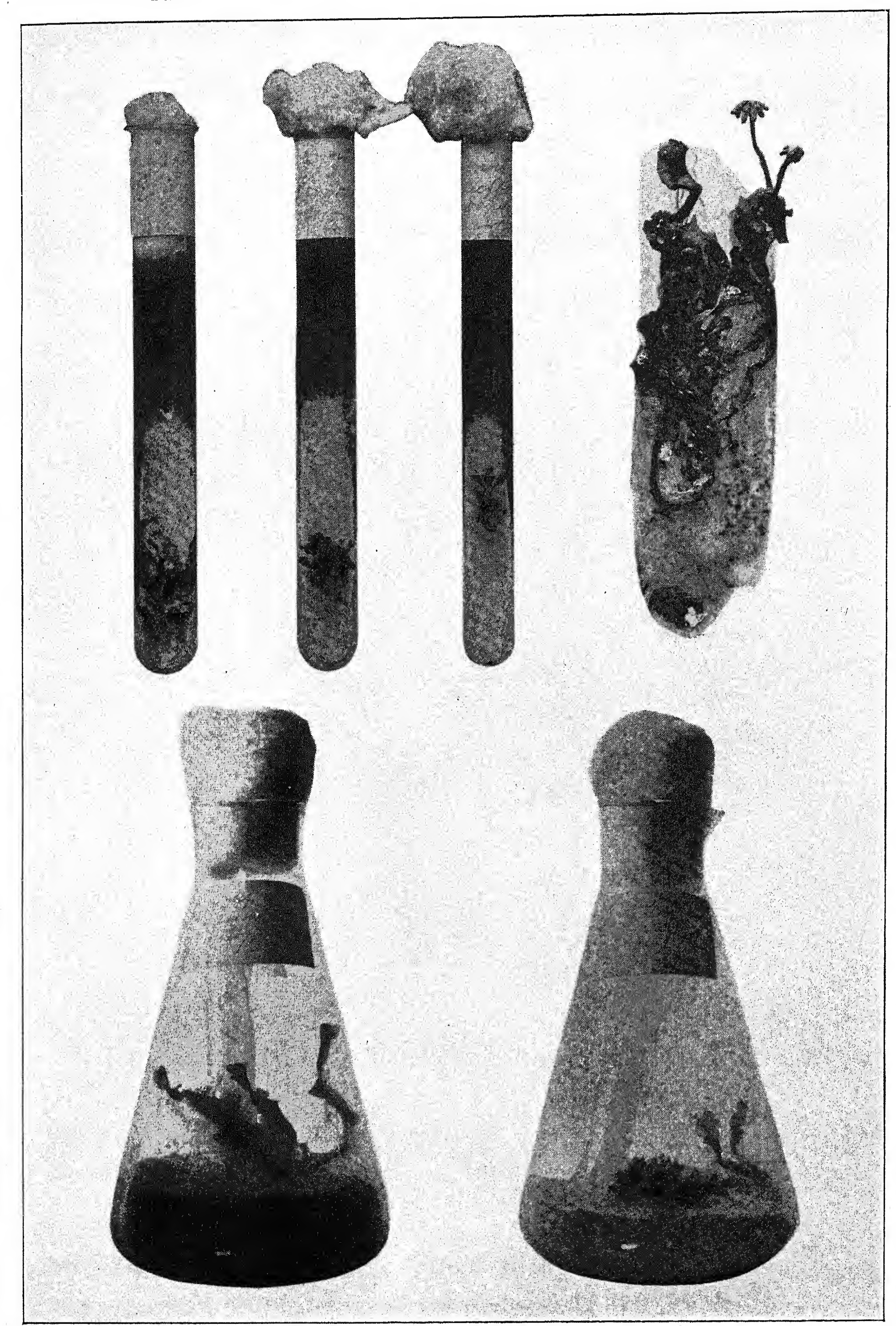
„ 28. „Blauweiße" Zellen (×) in einem menschlichen Carcinom; nach JOS. KOCH.



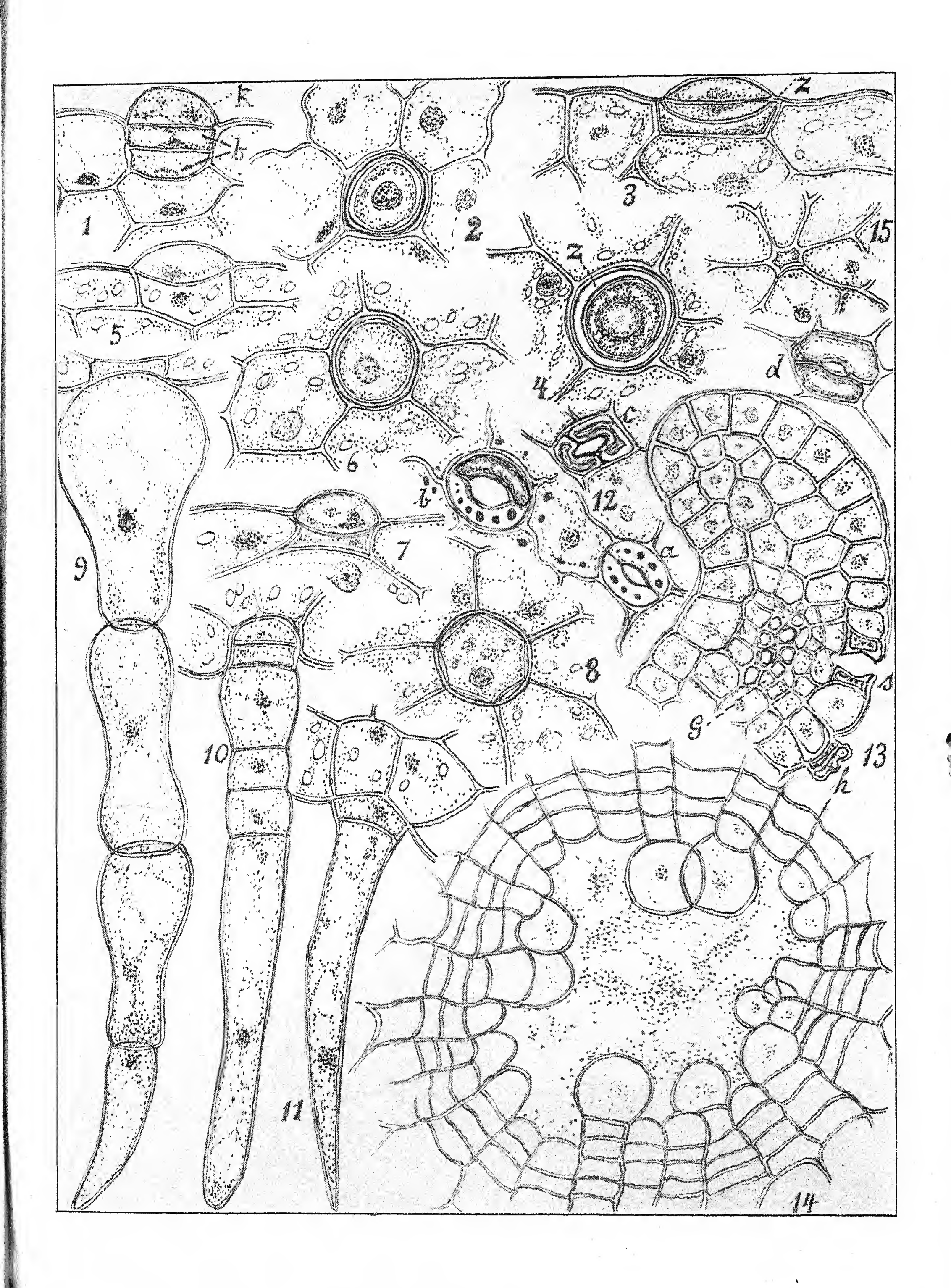
Lichtdruck von J. B. Obernetter, München



1a b c 2



3 4


k
b
1
2
3
z
z
15
5
4
d
6
c
b
12
7
a
9
8
s
g
10
13
h
11
14

1

2

3

6

4

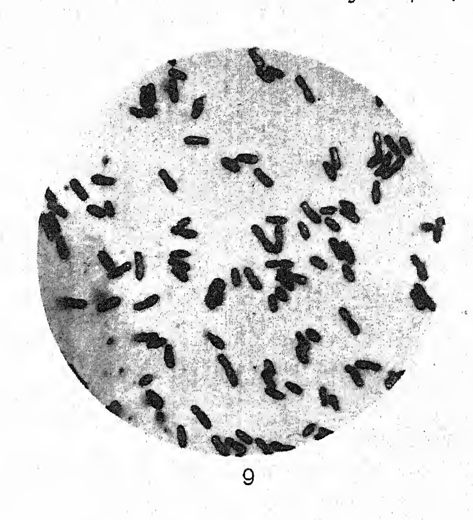
5

14

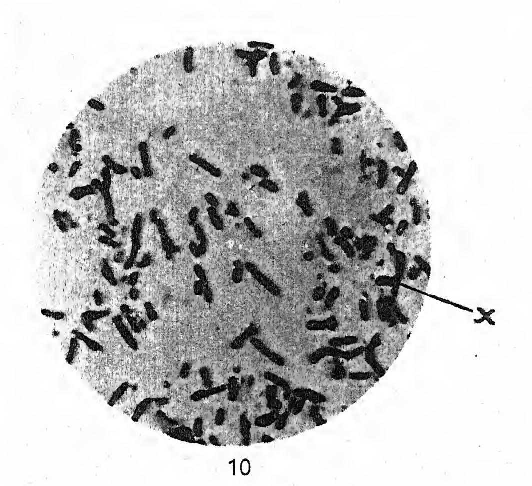
7



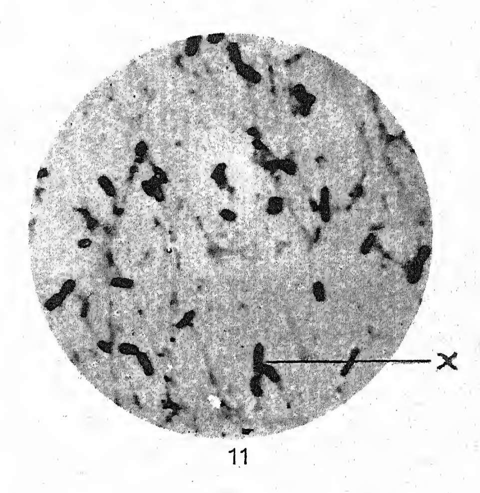
8



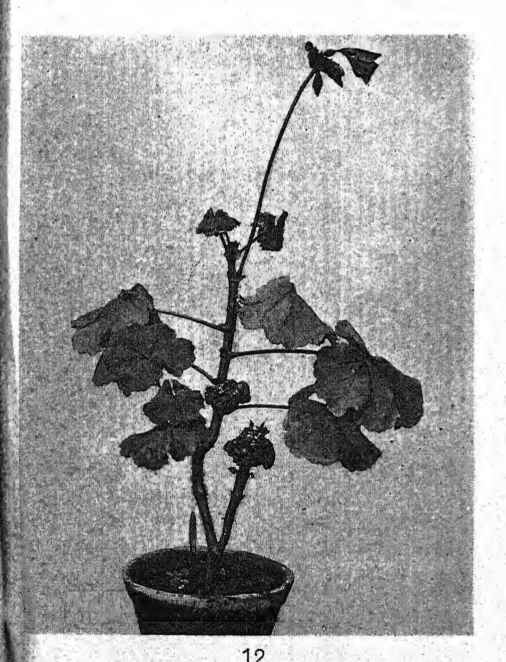
9



10



11

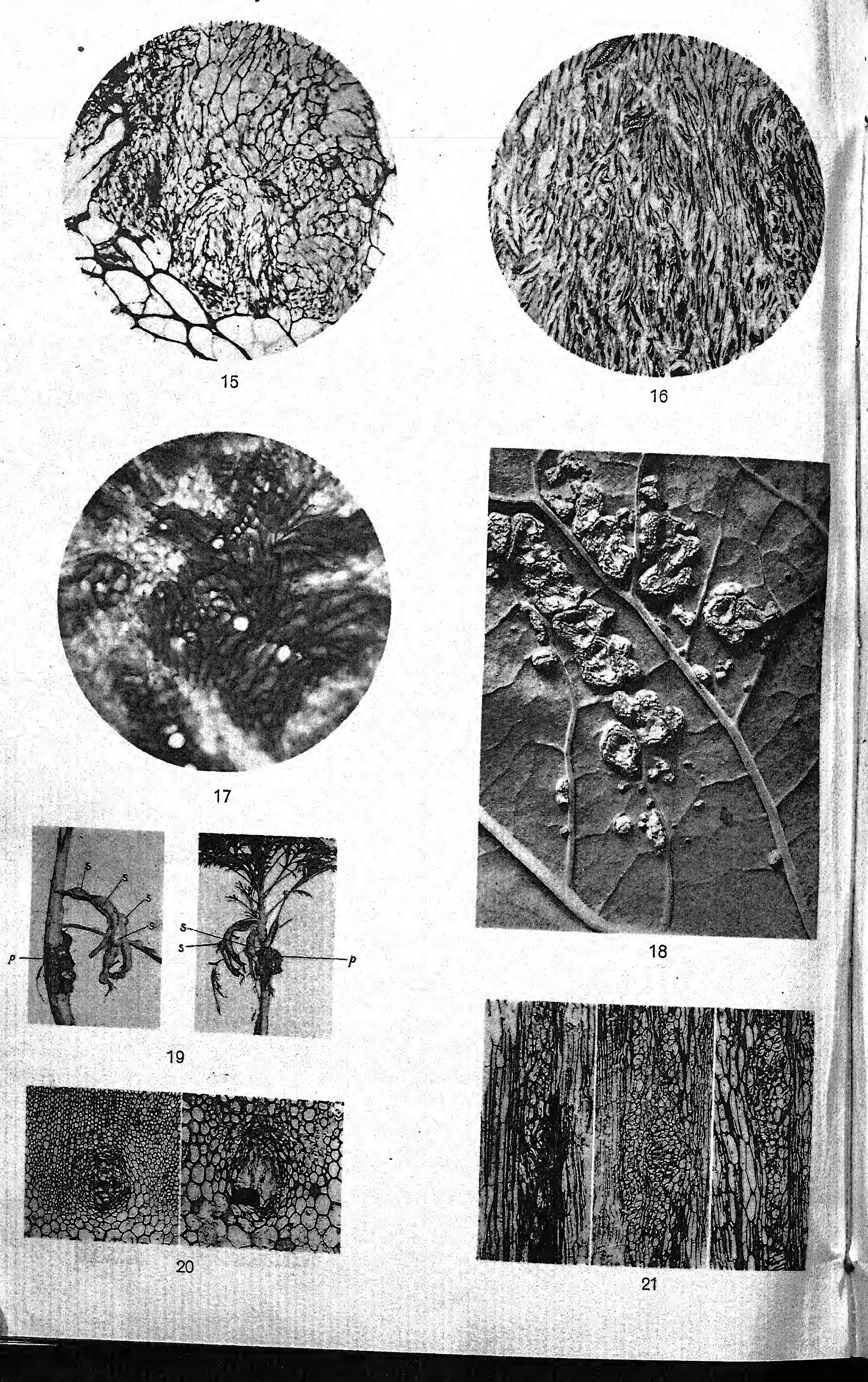


12

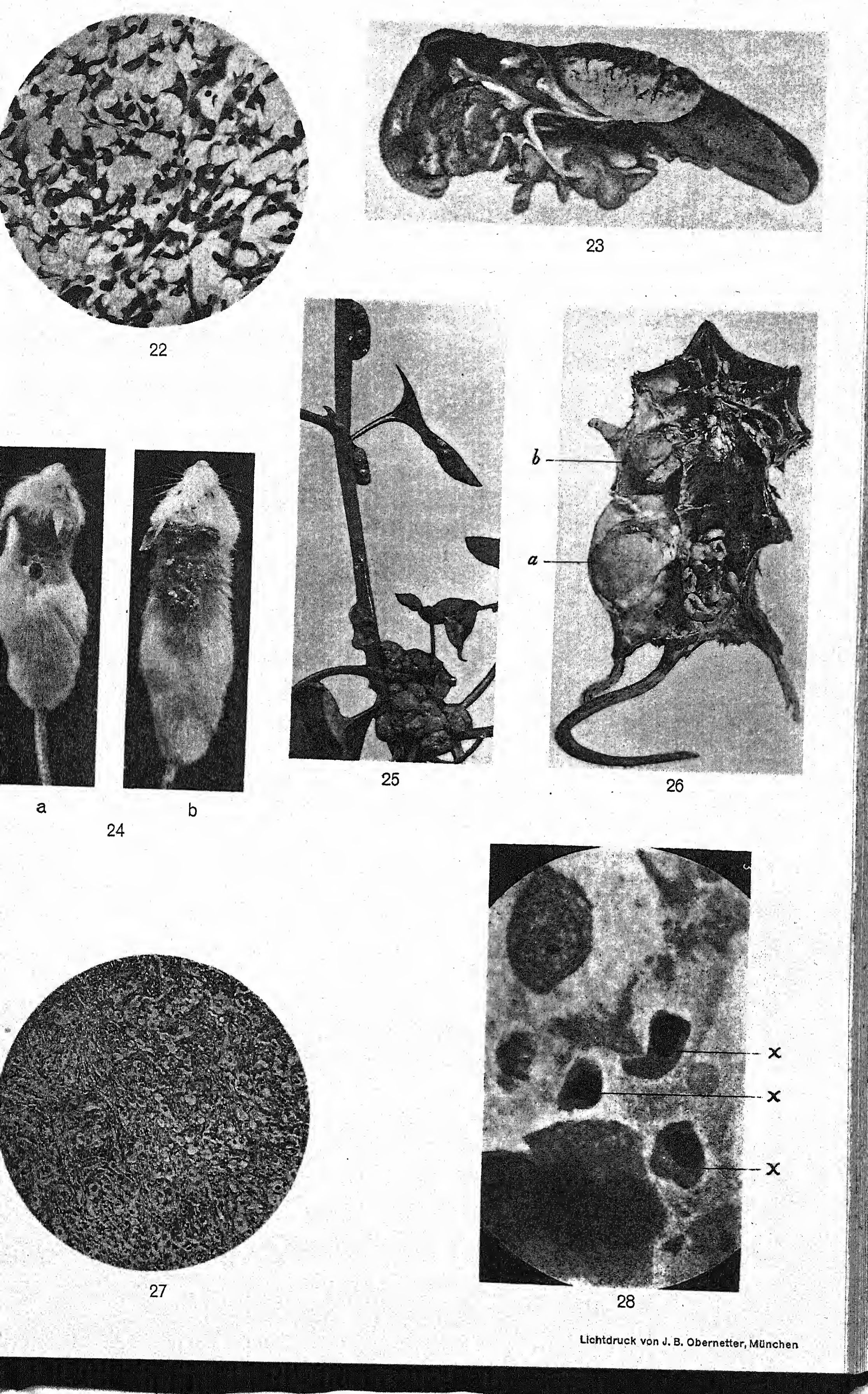


13

Lichtdruck von J. B. Oberne



15
16
17
18
19
20
21



Lichtdruck von J. B. Obernetter, München

Sitzung vom 28. Oktober 1927.

Vorsitzender: Herr H. MIEHE.

Der Vorsitzende teilt mit, daß uns mehrere Mitglieder durch den Tod entrissen worden sind: Herr

Joseph Ostermaier,

Mitinhaber der Kunstdruckanstalt NENKE & OSTERMAIER in **Dresden,** der nach langem Leiden am 28. Juli 1927 gestorben ist; Herr

Reinhold Brendel,

Fabrikbesitzer in **Liegnitz i. Schlesien,** der nach langen, schweren Leiden am 17. August 1927 in seinem 66. Lebensjahre verschied; Herr

Dr. **Caecilius Papenheim,**

O. F. M., der am 28. Juli 1927 in China vom Hitzschlag dahingerafft wurde, und Herr

Dr. **Georg Bitter,**

o. Professor, Direktor des Botanischen Gartens in **Göttingen,** der am 30. Juli 1927 in Bremen gestorben ist.

Die Anwesenden erheben sich zu Ehren der Dahingegangenen von ihren Plätzen.

An unser Mitglied Herrn Geh. Hofrat Professor Dr. LUDWIG KLEIN in Karlsruhe i. B. wurde zu seinem 70. Geburtstage, am 12. Oktober d. J., ein Glückwunschschreiben gerichtet, das vom Vorsitzenden verlesen wird und folgendermaßen lautet:

Hochverehrter Herr Professor!

Zum heutigen Tage, an dem Sie Ihr 70. Lebensjahr vollenden, spreche ich Ihnen im Namen der Deutschen Botanischen Gesellschaft die herzlichsten Glückwünsche aus.

In der bewährten Schule DE BARYs gerüstet, haben Sie sich auf den verschiedensten Gebieten unserer Wissenschaft betätigt. Zunächst beschäftigten Sie sich mit den Wachstumsverhältnissen am Stammscheitel einiger Pteridophyten und trugen dadurch zur Klärung der durch die SACHSschen Ideen in Fluß gebrachten Anschauungen über die Beziehungen zwischen Zellteilung, Zellanordnung und Wachstum bei. Dann wandten Sie sich mit Eifer und Erfolg dem Studium der Süßwasserflora zu und lieferten wertvolle Beiträge zur Kenntnis der schönen Süßwasseralgen *Volvox globator* und *Volvox aureus*. Nebenher schufen Sie neue methodische Hilfsmittel für Algenforschung und Algenfloristik. Mit besonderer Genugtuung zählen wir zu den Erfolgen Ihrer Beschäftigung mit der Süßwasserflora der Heimat Ihre in den Berichten unserer Gesellschaft veröffentlichten Untersuchungen über einige Wasserbakterien. Nach der Übersiedelung PRANTLs von Aschaffenburg nach Breslau übernahmen Sie die Neubearbeitung der SEUBERT-PRANTLschen Exkursionsflora von Baden, deren Frucht die fünfte im Jahre 1891 und die sechste im Jahre 1906 erschienene Auflage dieses bewährten Buches sind.

Nach Ihrer Übersiedelung von Freiburg nach Karlsruhe, wo Sie nunmehr seit über 35 Jahren eine hingebende und erfolgreiche Lehrtätigkeit ausüben, arbeiteten Sie sich in kurzer Zeit in die dort an Sie herantretenden mehr praktisch gerichteten Aufgaben ein. Der forstbotanische Teil des rühmlichst bekannten von LORCY begründeten und neuerdings in der vierten Auflage von HEINRICH WEBER herausgegebenen Handbuches der Forstwissenschaft legt Zeugnis davon ab. Gleichzeitig wandten Sie Ihre Aufmerksamkeit mit besonderer Vorliebe dem Studium der wechselnden Baumgestaltung und im Anschluß daran Fragen des Naturschutzes zu. Dankbar gedenken wir auch der Verdienste um die Verbreitung der Liebe zur Pflanzenwelt und des Interesses für die scientia amabilis, die Sie sich durch die Herausgabe des verbreiteten und

reich illustrierten Führers durch die Blumen- und Pflanzenwelt verschiedener natürlicher Formationen erworben haben.

Unserer Gesellschaft, der Sie von Anfang an als Mitglied angehört haben, haben Sie auch gedient nicht nur durch Ihre Mitarbeit an den Berichten, sondern auch seiner Zeit als Berichterstatter für die Vorarbeiten zur Herausgabe einer Flora von Deutschland und im Jahre 1926 als ihr Präsident, der die glanzvolle Stuttgarter Tagung der Gesellschaft leitete und in ihr über die bisherige Entwicklung der Gesellschaft berichtete.

Möge es Ihnen, hochverehrter Herr Professor, noch recht lange vergönnt sein, in voller geistiger und körperlicher Frische in unserer schönen Wissenschaft tätig zu sein und sich ihres weiteren Ausbaues zu freuen. Das ist unser aufrichtiger Wunsch!

Berlin, den 12. Oktober 1927.

gez. H. MIEHE.

Als neue Mitglieder werden vorgeschlagen:

Anderson, Dr. **Donald B.,** Assistent-Prof. of Botany am North Carolina State College in **Raleigh N. C.,** Amerika, bis Juni 1928 in **Wien I,** Universität, Pflanzenphysiologisches Institut (durch H. MOLISCH und W. FIGDOR),

Dekaprelevitsch, Dr. **Leonard L.,** Professor am Polytechnischen Institut in **Tiflis** (Transkaukasien), Botanischer Garten (durch W. ALEXANDROV und A. TIMOFEEV),

Friesen, Dr. **Georg,** Assistent am Botanischen Institut in **Braunschweig,** Humboldtstr. 1 (durch G. GASSNER und H. RABIEN),

Gleispach, Fräulein **Marie** in **Wien XIII,** Auhofstr. 22 (durch H. MOLISCH und W. FIGDOR),

Hesmer, Herbert, stud. rer. for. in **Hann.-Münden,** Botan. Institut der Forstlichen Hochschule (durch E. JAHN und B. LEISERING),

Kayser, Dr. **Rudolf,** wissenschaftlicher Hilfsarbeiter am Institut für angewandte Botanik in **Hamburg 36,** Bei den Kirchhöfen 14 (durch G. BREDEMANN und I. ESDORN),

Korschikoff, Dr. **K.,** Professor in **Charkow,** Klotschkowskaja 50 (durch A. PASCHER und E. G. PRINGSHEIM),

Krascheninnikow, Theodor, Professor an der Universität in **Moskau,** Pflanzenphysiologisches Laboratorium (durch H. MIEHE und R. KOLKWITZ),

Mattick, Dr. **Fritz,** Studienassessor und Hilfsassistent am Bot. Institut der S. Techn. Hochschule in **Dresden-A.,** Pestalozzistr. 23 (durch O. DRUDE und F. TOBLER),

Perfiliev, Dr. **Boris**, Leiter der Biologischen Station der Leningrader Naturforscher-Gesellschaft und Dozent an der Universität in **Petersburg (Leningrad)** U. S. S. R. (durch R. KOLKWITZ und F. HERRIG),

Riebner, Dr., Studienrat in **Brandenburg a. H.**, Wilhelmsdorfer Str. 56 (durch P. METZNER und F. HERRIG),

Rybin, Dr. **Dmitry A.**, Assistent am Landwirtschaftlichen Institut in **Petersburg (Leningrad)**, Petropovlovskaja 8, Wohnung 26 (durch W. ALEXANDROV und A. TIMOFEEV),

Uphof, **J. C. Th.**, Vorsteher des Department of Biology am Rollins College in **Winter Park** (Florida) (durch H. MIEHE und E. BAUR),

Vogler, Dr. med. **I.**, Arzt in **Kiel**, Holtenauer Str. 8 (durch F. KOPPE und E. KOLUMBE).

Zu ordentlichen Mitgliedern werden ernannt:

Hosseus, Dr. **C. C.**, Professor in **Cordoba** (Argentinien),
Reinau, Dr. **Erich**, in **Berlin-Lichterfelde-Ost**,
van Slogteren, Dr. **E.**, Professor in **Lisse** (Holland).

Gemäß § 23 der Satzungen erfolgte in der Sitzung die Wahl des Berliner Vorstandes durch Zettelabstimmung. Die abgegebenen Stimmzettel wurden ausgezählt von den Herren F. HERRIG und H. MELCHIOR. Die Wahl hatte folgendes Ergebnis:

Vorsitzender: Herr L. DIELS,
1. Stellvertreter: Herr F. HERRIG,
2. Stellvertreter: Herr H. KNIEP,
1. Schriftführer: Herr B. LEISERING,
2. Schriftführer: Frl. E. SCHIEMANN,
3. Schriftführer: Herr F. MARKGRAF,

Schatzmeister: Herr E. TIEGS.

Redaktionskommission: Außer dem Vorsitzenden und den Schriftführern die Herren A. ENGLER, C. CORRENS und A. ZIMMERMANN.

Kommission zur Vorbereitung der Wahlen und der Generalversammlung: Die Herren H. HARMS, R. PILGER, G. HÖSTERMANN, H. MIEHE und P. METZNER.

Der Vorsitzende gibt folgende Mitteilung der Reichstauschstelle im Reichsministerium des Innern, Berlin C 2, Schloß, Portal 3, bekannt:

Die Reichstauschstelle übernimmt neben der Bearbeitung von Tauschanträgen an ausländische gelehrte Gesellschaften auch die Weiterleitung von Tauschsendungen nach folgenden Ländern:

Australien — Belgien — Britisch Honduras — Bulgarien — Cuba — Dänemark — Frankreich — Italien — Lettland — Neuseeland — Niederlande — Norwegen — Paraguay — Polen — Rumänien — Spanien — Tschechoslowakei — Ungarn.

Die für diese Länder bestimmten Sendungen sind auf einem inneren Umschlag mit der genauen Adresse des Empfängers versehen der Reichstauschstelle einzureichen und werden in monatlichen Sammelsendungen an die ausländischen Zentralstellen, die auf Grund von Vereinbarungen mit der Reichstauschstelle die Weiterleitung innerhalb ihres Landes übernehmen, verschickt. Bei Auflieferung von mehr als 10 Sendungen ist eine Begleitliste beizufügen.

Mitteilungen.

53. Fr. Knoll: Über Abendschwärmer und Schwärmerblumen.

(Mit 2 Abbildungen im Text.)

(Nach dem in der Generalversammlung der Deutschen Botanischen Gesellschaft in Braunschweig am 8. Juni 1927 gehaltenen Vortrage.)

Unter „Abendschwärmern" („Nachtschwärmern") verstehen wir jene Schwärmer[1]), welche im Gegensatz zu den „Tagschwärmern" ihre Flüge am Abend beginnen und sie mit verschieden lange dauernden Unterbrechungen (Ruhepausen) die Nacht über fortsetzen. Am hellen Tage halten sich diese Abendschwärmer an irgendeinem Gegenstande fest und „schlafen", bis sie das Dämmerlicht der hereinbrechenden Nacht zu neuen Flügen „weckt". Die Tagschwärmer — es gibt deren nicht viele — begeben sich abends zur Ruhe und beginnen ihre Flüge wieder am Morgen, sobald die Helligkeit des Tageslichtes ein bestimmtes Maß erreicht hat. Sie fliegen dann mit einigen Unterbrechungen bis zum Abend. Während dieser Flüge pflegen jene Schwärmer, die im Falterzustande zur Nahrungsaufnahme befähigt sind, bestimmte Pflanzensäfte einzusaugen. Dazu bedienen sie sich eines Saugrüssels, der bei verschiedenen Arten verschieden lang sein kann. Die meisten Schwärmer beziehen im Falterzustande ihre Nahrung aus dem Nektar der Blumen, und ein langer Saugrüssel ermöglicht es ihnen, den Zuckersaft selbst aus tief im Grunde von Blütenröhren liegenden Nektarräumen hervorzuholen. In jenen Blüten, welche den Nektar im unteren Ende langer, schmaler Höhlungen ansammeln, finden die Schwärmer während der Abenddämmerung meistens reichlich Nektar, da er tagsüber von Tieren mit kürzerem Rüssel nicht ausgebeutet werden kann. In Blüten, die sich erst am späten Nachmittage oder abends öffnen, wenn die meisten Blütenbesucher ihre Futterflüge schon beendet haben, finden Abendschwärmer um so leichter reiche Nahrung. Blumen, die auf diese Weise dem Besuch durch Abendschwärmer angepaßt sind, bezeichnet man als Abendschwärmerblumen. Alle Abendschwärmerblumen besitzen eine

1) Ich will hier in der üblichen Weise den Imago-Zustand der Sphingiden kurz als „Schwärmer" bezeichnen.

in ihrer Farbe vom Grün der Laubblätter stark abweichende Blütenhülle (Perianth). Diese ist vielfach auffallend hell gefärbt: weiß, blaßgelb, blaßpurpurn oder blaßblau. Ein besonders starker Duft, den wir an vielen solchen Blumen bemerken können, fiel längst allen Beobachtern auf.

Die Blütenbiologen waren davon überzeugt, daß die Abendschwärmer durch den kräftigen Duft und durch die helle Färbung der Abendschwärmerblumen angelockt werden. Man sagte, daß sich nur stark duftende oder bei schwachem Dufte wenigstens sehr hell gefärbte Blumen für den Besuch durch Abendschwärmer eignen, vorausgesetzt, daß solche Blumen während der Flugzeit dieser Tiere genügend Nektar besitzen. Man wies darauf hin, daß für den Menschen farbige Blumen in der späten Dämmerung und bei Nacht im Freien grau erscheinen und von dem ebenfalls nur als graue Massen sichtbaren Laub nicht oder kaum zu unterscheiden sind. Nur helle, vor allem reinweiße Blumen seien unter solchen Umständen stets gut sichtbar. Der Duft gestatte aber auch noch bei voller Dunkelheit eine sichere Orientierung. Und was für den Menschen gilt, müsse wohl auch für die Abendschwärmer gelten. In den meisten Fällen nahm man an, daß Duft und helle Farbe der Blumen sich gleichzeitig an der Anlockung der Abendschwärmer beteiligen, wenn auch in verschiedenem Ausmaße.

Meine Untersuchungen über den Tagschwärmer *Macroglossum stellatarum* ließen mich an manchem zweifeln, was bisher unbezweifelt war[1]). Auch mißfielen mir die leichtfertigen Analogieschlüsse vom Verhalten des Menschen auf das der Tiere. So versuchte ich zunächst mit Hilfe von *Deilephila livornica*, eines im Süden Europas vorkommenden Schwärmers, in die Probleme der Abendschwärmerblumen einzudringen[2]). Schon diese ersten Untersuchungen ergaben neue Tatsachen. Ich konnte mit Sicherheit nachweisen, daß der genannte Schwärmer einen ausgesprochenen Farbensinn besitzt, und daß er sich dessen auch in der Dämmerung beim Aufsuchen der Blumen bedient. Dabei stellte sich heraus, daß die optischen Wirkungen der Blumen für die Orientierung des Schwärmers völlig ausreichten. Der Blumenduft schien also bei diesem Tiere keine ausschlaggebende Rolle zu spielen. Es tauchte

1) KNOLL, FR.: Lichtsinn und Blumenbesuch des Falters von *Macroglossum stellatarum* (III. Teil von: Insekten und Blumen, in: Abh. d. Zool.-bot. Gesellsch. Wien, Bd. XII, Heft 2, 1922).

2) KNOLL, FR.: Lichtsinn und Blütenbesuch des Falters von *Deilephila livornica*. (Zeitschr. f. vergl. Physiologie, 2. Bd., 1925, S. 329 bis 380.)

das Problem auf: vielleicht hat der Blumenduft für diesen Abendschwärmer überhaupt keine Bedeutung?!

Deilephila livornica ist ein Schwärmer, der in Südeuropa bereits in der frühen Abenddämmerung, ja selbst schon am späten Nachmittage die Blüten zu besuchen pflegt. Daß bei diesem Schwärmer die optische Orientierung besonders in Betracht kommen kann, war deshalb zu erwarten. Ich bemühte mich nun, für meine Versuche Abendschwärmer zu erlangen, die ihre Nahrungsflüge möglichst spät am Abend, also bei weit vorgeschrittener Dunkelheit, beginnen. Ich dachte dabei vor allem an den Windenschwärmer (*Protoparce convolvuli*). Doch war es mir durch Jahre nicht möglich, von dieser Art eine für Versuche ausreichende Menge von Tieren zu verschaffen. Aus Puppen gezogene Schwärmer sind trotz äußerlich vollkommener Ausbildung oft wenig flugtüchtig. Es sollten daher womöglich Tiere sein, die während des Blütenbesuches im Freien gefangen wurden. Schließlich wurde dieser mein Wunsch doch erfüllt, und so führte ich zunächst mit den Windenschwärmern jene Versuche aus, die ich schon mit *Deilephila livornica* angestellt hatte[1]). Es galt, vor allem die optischen Fähigkeiten dieses Schwärmers und ihre Anwendung beim Blütenbesuch nachzuweisen. Dabei sollte auch das Problem der Duftanlockung soweit wie möglich einer Lösung zugeführt werden[2]).

Alle meine Versuche mit dem Windenschwärmer führte ich im Laboratorium nach dem Grundsatz der „Versuche im kleinsten Raume“ aus. Ich verwendete dazu anfangs den bewährten Flugkasten meiner *Macroglossum*-Versuche[3]), später ein eigens konstruiertes „Flugzelt“. Das Innere dieser Behälter beleuchtete ich von außen her mit einem kleinen elektrischen Lämpchen, wie man es für die elektrischen Taschenlampen (3,5 Volt, 0,25 Ampère) zu verwenden pflegt. Mit Hilfe eines Widerstandes konnte die Lichtstärke allmählich bis auf Null vermindert werden. Auf diese Weise wurde jene Helligkeit ermittelt, bei welcher das Versuchstier seine Futterflüge am besten auszuführen vermochte. (Die verschiedenen

---

1) Herr Weinbauinspektor ALBERT STUMMER in Znaim (Mähren) hatte die Freundlichkeit, mir zweimal eine Anzahl frisch gefangener Windenschwärmer für meine Versuche zu senden. Ich spreche ihm für seine Bemühungen meinen wärmsten Dank aus!

2) Eine ausführliche Darstellung meiner Versuche wird unter dem Titel: „Lichtsinn und Blütenbesuch des Windenschwärmers (*Protoparce convolvuli*)“ in der Zeitschrift für vergleichende Physiologie (Verlag J. SPRINGER, Berlin) erscheinen.

3) Vgl. hierzu: Insekten und Blumen III, S. 241f.

anderen Versuchsbehelfe, deren ich mich noch bediente, werde ich in meiner ausführlichen Veröffentlichung wiedergeben.) Da meine Versuchstiere im Freien beim Besuche der weißen Blüten von *Nicotiana affinis* gefangen wurden, stellte ich zunächst ebensolche Blüten in den Flugkasten hinein, nachdem ich ihre Kronröhren bis zur Hälfte oder darüber mit Zuckerwasser (aus gleichen Gewichtsteilen Raffinadezucker und Wasser hergestellt) angefüllt hatte. Die Schwärmer gewöhnten sich verhältnismäßig bald und gut an das Fliegen im engen Raume und fanden dabei auch rasch die *Nicotiana*-Blüten mit dem dargebotenen Futter. Da die Tiere reichlich Zuckerwasser saugten, konnte ich bald zu Versuchen mit dreiteiligen Anordnungen übergehen, die eine Anwendung der Rüsselspurenmethode gestatteten[1]). Eine solche Versuchsanordnung habe ich in Abb. 1 hier wiedergegeben. Ich stellte im Flugkasten zwei Fläschchen auf, deren jedes eine aufrechte mit Zuckerwasser versehene Blüte von *Nicotiana affinis* enthielt. In der Verbindungslinie dieser Fläschchen befand sich ein Holzklotz mit einer nach oben gerichteten prismatischen Nut. In diese Nut steckte ich ein Paar reiner klarer Glasplatten (9×12 cm), zwischen die ich entsprechend der Abbildung eine frische Blüte von *Nicotiana affinis* eingeklemmt hatte. Vor ein solches Plattenpaar habe ich gewöhnlich unmittelbar anschließend noch eine dritte (dünne) Glasplatte in die Nut eingeschoben. Diese vorderste der drei Platten konnte demnach ausgewechselt werden, ohne die Blüte aus ihrer Lage (zwischen den beiden hinteren Glasplatten) zu bringen. Dies war nötig, wenn ich ohne Veränderung der Anordnung mehrere Versuche rasch nacheinander durchführen wollte. Die auf der vordersten Platte befindlichen Rüsselspuren habe ich nach beendetem Versuche präpariert und als Beleg für den Erfolg aufbewahrt. Das Abströmen des Duftes von der Blüte war bei einer solchen Anordnung nur dort möglich, wo längs des Randes der beiden parallel stehenden Glasplatten, welche die Blüte einschlossen, ein schmaler Spalt offen geblieben war. Wenn beim Blütenbesuch des Windenschwärmers die Orientierung in erster Linie mit Hilfe des Duftes geschah, dann hätte der Schwärmer mit seinem Rüssel zunächst den Rand der Platten „absuchen“ müssen. Die Rüsselspurenmethode gab mir die

1) Dreiteilige Anordnungen habe ich bei meinen Versuchen mit Schwärmern viel verwendet. Als Beispiel führe ich Abb. 3 auf S. 344 meiner *Deilephila*-Arbeit an. — Hinsichtlich der Rüsselspurenmethode sei besonders auf meinen Vortrag: „Der Tierversuch im Dienste der Blütenökologie“ (Berichte d. Deutsch. Bot. Gesellsch., Jahrg. 1922, Bd. XL, Generalversammlungsheft) verwiesen.

Möglichkeit, die Bewegungen des Rüssels auf der Außenseite der Glasplatten genau zu registrieren, was hier um so nötiger war, als der Windenschwärmer bei so geringer Lichtintensität zu fliegen und zu saugen pflegt, daß eine Feststellung der Rüsseltätigkeit mit Hilfe unserer Augen unmöglich gewesen wäre. Die Striche (Rüsselspuren) über der Blüte des Mittelstückes der Abb. 1, welche

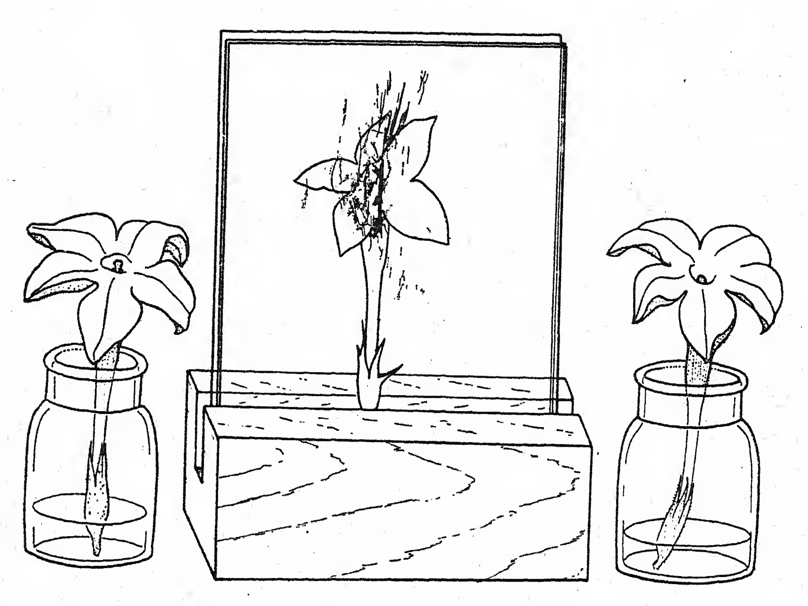


Abb. 1. Dreiteilige Versuchsanordnung. Seitenteile: je eine weiße Blüte von *Nicotiana affinis* in einem Fläschchen mit Wasser. Mittelstück: eine ebensolche Blüte zwischen zwei ebenen Glasplatten eingeklemmt, etwas flachgedrückt. Die Striche über dem Blütenumriß des Mittelstückes sind Rüsselspuren des Windenschwärmers auf der vordersten Glasplatte. — Die Anordnung ist schematisch dargestellt. Die Rüsselspuren und der dazugehörige Blütenumriß in genauer Wiedergabe nach dem Ergebnis eines Versuches. — ½ d. nat. Größe.

die gesamte Rüsseltätigkeit eines Versuchstieres bei einem meiner Versuche wiedergeben, befanden sich nur auf der dem Lichte zugekehrten äußeren Glasfläche. Sie zeigen in ihrer Verteilung sehr deutlich, daß ein vom Rande der Platten ausströmender Blütenduft an der Lenkung der Rüsselspitze nicht beteiligt war. Daß es sich hier nur um eine optische Orientierung des Schwärmers handelte, wurde durch diese und andere Versuche vollkommen sichergestellt. Ich konnte somit den Nachweis erbringen, daß der Winden-

schwärmer den Eingang der weißen *Nicotiana*-Blüte auch ohne Mitwirkung des Blütenduftes mit Sicherheit zu finden vermag.

In der nächsten Reihe meiner Versuche ging ich dazu über, den Windenschwärmern das Zuckerwasser in den purpurnen Blüten von *Nicotiana Sanderae* (eines Gartenbastardes von *Nicotiana affinis* mit der purpurn blühenden *N. Forgetiana*) darzubieten. Da

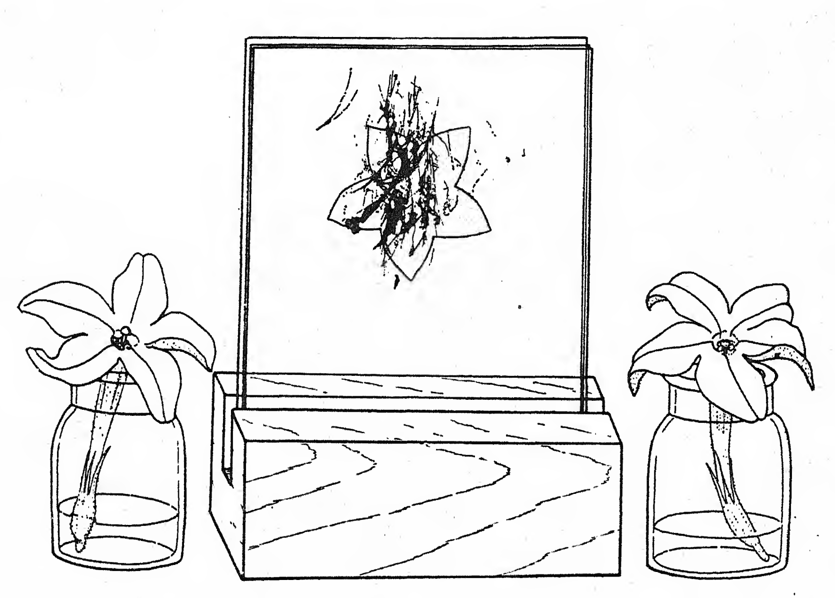


Abb. 2. Dreiteilige Versuchsanordnung. Seitenteile: je eine purpurne Blüte von *Nicotiana Sanderae* in einem Fläschchen mit Wasser. Mittelstück: ein dunkelvioletter Blütenstern aus Papier zwischen zwei Glasplatten; auf der vordersten Glasplatte (über dem Blütenstern) zahlreiche Rüsselspuren des Windenschwärmers. — Art der Darstellung wie bei Abb. 1. — ½ d. nat. Größe.

die Blüten der *N. Sanderae* alle Übergänge von Weiß bis zu kräftigem Purpur aufwiesen, gelang es leicht, die Windenschwärmer dazu zu bringen, sich das Zuckerwasser aus purpurnen Blüten zu holen. Auf diesem Wege konnte ich rasch eine Bindung an die Blaugruppe (Blau-Violett-Purpurgruppe)[1]) der Farben erzielen. Nun änderte ich die oben beschriebene Versuchsanordnung so ab, daß ich an die Stelle der weißen Blüten die purpurnen gab und zwischen den beiden hinteren Glasplatten des Mittelstückes einen Stern aus

1) Vgl. hierzu: Insekten und Blumen VI, S. 582 ff.

blauviolettem Papier[1]) anbrachte, der im Umriß und in der Größe mit dem der Blüten von *Nicotiana affinis* übereinstimmte (Abb. 2). Dieser dunkelblauviolette Stern wurde zwischen den Besuchen der *Sanderae*-Blüten von den Windenschwärmern regelmäßig beachtet: sie suchten mit dem Rüssel in das glasverhüllte künstliche Blütengebilde einzudringen und zeichneten bei diesen vergeblichen Bemühungen mit der Rüsselspitze wie bei der vorigen Versuchsreihe die Zuckerwasserstriche (Rüsselspuren) dort auf die Glasplatte, wo ihnen durch diese hindurch das Bild der Blüte sichtbar war. Der Plattenrand blieb frei von Rüsselspuren. Solche Versuche wurden von mir mehrmals ausgeführt. Das Ergebnis war in allen Fällen, daß die Windenschwärmer bei tiefer Dämmerung, wo ich selbst die violette Farbe des Blütensterns (bei normaler Sehdistanz) kaum oder nicht mehr wahrnehmen konnte, diese farbige Blütennachbildung ohne weiteres und dabei häufig besuchten. Es ist also nicht richtig, daß die Abendschwärmerblumen eine helle Färbung besitzen müssen, um bei tiefer Dämmerung für die Abendschwärmer sichtbar zu sein.

Nachdem diese Versuche mit dunkelfarbigen Blumen es wahrscheinlich gemacht hatten, daß die Windenschwärmer zu ihrer Orientierung bei den Nahrungsflügen geradeso wie *Macroglossum stellatarum* und *Deilephila livornica* ihren Farbensinn verwerten, habe ich mit jenen noch eine Anzahl von Grautafelversuchen[2]) ausgeführt. Diese ergaben eindeutig, daß der Windenschwärmer einen ausgesprochenen Farbensinn besitzt, der mit dem von *Macroglossum* übereinstimmt. Daraus ergibt sich, daß der Windenschwärmer die Umwelt in der Dämmerung nicht „grau in grau“, sondern auf seine Weise „farbig“ sieht.

Wenn die Fütterung mit Hilfe von Objekten der Blaugruppe lange genug fortgesetzt wurde, dann zeigten dieselben Tiere, welche früher nur weiße Blumen beachtet hatten, eine so starke Bindung an die Farben der Blaugruppe, daß sie nun weiße Objekte nicht mehr besuchten. Dabei wurden dann natürlich auch graue und gelbe Gebilde nicht angeflogen. Eine solche Bindung an die Blaugruppe konnte jederzeit wieder in die frühere Bindung an Weiß zurückverwandelt werden.

---

1) Ich verwendete hierzu dasselbe Papier, welches sich schon bei meinen *Bombylius*-Versuchen so gut bewährt hatte. (Vgl. die Original-Papierprobe 1 auf S. 50 meiner „Insekten und Blumen“ II.)

2) Über diese Versuche vgl. die Angaben in meiner *Deilephila*-Arbeit, S. 365 ff., und Abb. 8, S. 368.

Von den anderen Feststellungen über die optische Wirkung der Blumen auf den Windenschwärmer, die sich aus meinen Versuchen ergaben, sei hier nur noch auf die Wirkung der Blumengröße kurz eingegangen. Es zeigte sich, daß unter entsprechend einwandfreien Versuchsbedingungen farbige Objekte von 35 mm Durchmesser weit mehr Beachtung fanden als solche von 14 mm Durchmesser und noch kleinere. Darin spiegelt sich die Erfahrungstatsache wieder, daß die Abendschwärmerblumen im Vergleich zu verschiedenen anderen Insektenblumentypen, welche ihre Besucher optisch anlocken, oft verhältnismäßig große Schaueinrichtungen an der Einzelblüte besitzen.

Alle meine Bemühungen, einen überzeugenden experimentellen Beweis für die anlockende Wirkung des Blumenduftes zu erbringen, blieben beim Windenschwärmer ohne Erfolg. Weder die Glasröhrchenmethode[1]), noch die Glasplattenmethode (nach der die vorhin beschriebenen dreiteiligen Versuchsanordnungen ausgedacht wurden) ergaben dafür irgendwelche Anhaltspunkte. Auch Versuche mit einem eigens zu diesem Zwecke ersonnenen Duftkästchen, welches bei der Verwendung frisch erblühter *Nicotiana*-Blüten deren starken Duft ungehindert ausströmen ließ, ohne daß sie für das Tier sichtbar waren, führten nicht zu dem erstrebten Ziele. Aus diesen negativen Versuchsergebnissen darf natürlich noch nicht geschlossen werden, daß der Windenschwärmer nicht imstande ist, sich nach dem Dufte der Blumen zurechtzufinden. Es scheint mir aber doch aus meinen Versuchen hervorzugehen, daß bei diesem vorzüglichen Flieger die Fernorientierung ausschließlich oder vor allem auf optischem Wege geschieht. Die optischen Wirkungen reichen, wie ich oben zeigte, für den Blütenbesuch vollständig aus. Es wäre aber vielleicht möglich, daß unter Umständen der Blumenduft die Reizschwelle für die optischen Reize erniedrigt, so daß die motorischen Reaktionen (Anflug, Rüsselreaktion) eher und vollkommener eintreten, wenn auch noch bestimmte Duftstoffe die Geruchsorgane des „hungrigen" Tieres treffen. Dafür spricht das Ergebnis einiger Versuche, die ich kürzlich mit dem mittleren Weinschwärmer (*Deilephila elpenor*) anstellte. Diese Versuche sind zwar noch nicht abgeschlossen, doch erweckten sie in mir die Hoffnung, daß es mit dieser Schwärmerart möglich sein wird, die Frage nach der Wirkung des Blumenduftes auf die Abendschwärmer wenigstens teilweise zu beantworten. Wie ich schon an anderer Stelle[2]) hervorhob, lassen verschiedene Beobachtungen er-

1) Siehe darüber: Insekten und Blumen VI, S. 576 f.
2) Insekten und Blumen VI, S. 599.

kennen, daß *Deilephila elpenor* unter allen bei uns vorkommenden Abendschwärmern am meisten dem Typus des „Fühlertieres“ entspricht, während mir *Protoparce convolvuli* eher als „Augentier“ erscheint. Trotzdem konnte ich aber auch bei *Deilephila elpenor* die optische Wirkung starkduftender Blumen (*Syringa*) mit Hilfe der Rüsselspurenmethode einwandfrei nachweisen.

Aus diesen kurzen Mitteilungen kann man ersehen, daß die Frage nach der optischen Wirkung der Abendschwärmerblumen durch meine Versuche im wesentlichen beantwortet werden konnte. Die weit schwieriger zu behandelnde Frage nach der ökologischen Wirkung des Duftes dieser Blumen wird erst dann ihre Antwort finden, wenn mit dem für solche Versuche geeignetsten Abendschwärmer sich eine neue Methode gewinnen läßt, die eine einwandfreie Anwendung auch bei Tieren mit ausgesprochener optischer Orientierung gestattet.

---

54. Günther Schmid: Zur Ökologie der Luftalgen.

(Vortrag, gehalten auf der Generalversammlung der Deutschen Botanischen Gesellschaft am 8. Juni 1927 in Braunschweig.)

(Mit Tafel XIII und 2 Abbildungen im Text.)

Abgesehen davon, daß die Ökologie der Luftalgen algologische Bedeutung hat, werden die hier vorliegenden Fragen wertvoll im Hinblick auf die Ökologie der Flechten. Es braucht nicht hervorgehoben zu werden, daß die an Felsen, auf Borke, Erde usw. freilebenden einzelligen Grünalgen wohl sämtlich zugleich als Symbionten in den Flechten vorkommen. Mit der schwierigen morphologisch-systematischen Analyse der Grünalgenanflüge hat man sich häufiger beschäftigt. Befriedigende Klarheit fehlt aber in dieser Beziehung noch durchaus. Von einigen wichtigen Gattungen — u. a. von *Pleurococcus* — ist nicht einmal die Familienzugehörigkeit bekannt. Hinsichtlich der Kenntnis der Lebensbedingungen sind wir in den ersten Anfängen. Die Frage der Wasserversorgung, die hier angeschnitten werden soll, ist meines Wissens nur von FRITSCH behandelt worden. Während FRITSCH und seine Schüler das Austrocknungsvermögen voranstellen und von hier die Untersuchungen beginnen, nimmt vorliegende Studie von dem verschiedenen

Benetzungsvermögen (das FRITSCH nur beiläufig erwähnt) der Luftalgen gegenüber Wasser seinen Ausgang.

Bisher ist zur Erklärung der eigenartigen Standorte jener Algen, die als Luftalgen, aerophile, terrestrische Algen oder ähnlich bezeichnet worden sind, die Fähigkeit hervorgehoben worden, daß sie längere Zeit ohne Bildung besonderer Dauerorgane in vegetativem Zustande Trockenheit überleben können (vgl. BOYE PETERSEN). Es wird hierbei stillschweigend vorausgesetzt, daß diese Algen in den Vegetationsphasen selber durchaus an liquides Wasser gebunden, in dieser Hinsicht also normale Wasseralgen sind.

Ich bin geneigt, dieser Frage eine andere Wendung zu geben: Es gibt unter den außerhalb normaler Wasserstellen lebenden Algen hinsichtlich des Wasserbedürfnisses zwei Gruppen (vermutlich mit allen Übergängen): echte Wasseralgen, die zur Erfüllung der Lebensfunktionen liquiden Wassers bedürfen, und eigentliche Luftalgen: für diese ist liquides Wasser, in dieser Form dargeboten, nicht nur bedeutungslos für die Wasserversorgung, es bedeutet sogar eine Lebensgefahr. Die Luftalgen beziehen denn auch das erforderliche Wasser in dampfförmigem Zustande aus der Luft. Der Gegensatz der beiden Algengruppen wird an folgendem Beispiel augenfällig (vgl. hierzu Taf. XIII): Ein Baumstamm bietet das bekannte Bild grünlicher Borkenfärbung, d. h. er ist von der Basis am Boden bis zu einer gewissen Höhe mit Chlorophyceen überzogen. Es sei trockenes Wetter, Borke mit Algen erscheinen ebenfalls trocken. Man gießt einen Eimer Wasser gegen den Stamm. Jetzt ist die Basis bis zu einer Höhe von 40 bis 50 cm hinauf naßgrün geworden. Darüber aber ist das Wasser ohne nennenswerte Benetzung abgeglitten, der Algenüberzug ist trocken und trockengrün wie zuvor. Durch das Begießen werden also in der Algenvegetation des Stammes zwei ökologisch verschiedene Abschnitte verdeutlicht, die scharf gegeneinander abgesetzt sind (Taf. XIII, Fig. 1: Stamm von *Acer platanoides*, Alleebaum). In Tälern mit höherer Luftfeuchtigkeit, namentlich an Alleebäumen, in Parks usf., kann man diese Verhältnisse immer wieder bestätigt finden. Nicht immer sind sie genau in dieser Weise verwirklicht; z. B. fehlt zuweilen der benetzbare untere Abschnitt: er ist alsdann unbesiedelt und scharf abgegrenzt gegen den darüber folgenden unbenetzbaren, algenbekleideten. Auch bei trockenem Wetter kann man, ist man einmal darauf aufmerksam geworden, aus dem verschiedenen Schimmer des Grüns und der Struktur des Algenlagers den Gegensatz der beiden Algengruppen erkennen.

Es ist klar, daß Algen, die nicht benetzt werden, regelrechte Wasseralgen nicht sein können. Ein genaueres Studium, das auch

die Speziesanalyse der Algenbezüge auf Borken und die besonderen Standorte der Bäume berücksichtigt, ergibt zunächst nicht einen wünschenswert einfachen Überblick. Zweifellos sind eine Reihe anderer Faktoren für die Verbreitungserscheinungen ebenso bestimmend. Ich habe aber immer wieder zwei auf Stammborken große Areale bedeckende Algen als ökologisch im Sinne von Luft- und Wasseralgen gegensätzlich erkennen können. Es sind *Pleurococcus vulgaris* Naegeli (= *Protococcus viridis* Agardh) (als Luftalge) und eine *Prasiola* in fadenförmigem (Hormidium-) Zustande (als Wasseralge), die ich zu *Prasiola crispa* (Lightf.) Meneghini stelle. Alles Mitzuteilende bezieht sich auf diese beiden Algen.

I. Benetzungsverhalten.

1. Natürliche Beregnung.

Im natürlichen Regen bleibt *Pleurococcus* dem Augenschein nach unbenetzt, *Prasiola* aber wird schnell naß, gleichviel zu welcher Jahreszeit.

Fagus silvatica. November. Stark beschatteter Stamm, nächste Nähe eines Flusses. Stamm dicht hellgrün besiedelt bis auf den basalen Teil, welcher vom Boden aufsteigende Nässe empfängt; dieser ist algenfrei. Es gibt außerdem senkrechte Streifen längs des Stammes, die unbezogenes Periderm zeigen, Wasserstreifen längs der leicht benetzbaren und aufsaugenden Stammoberfläche = Wege des sogenannten Schaftablaufes. Zuweilen trifft der Schaftablauf dennoch die Algenfläche, er perlt alsdann in glänzenden Tropfen über sie hinweg, um die Basis des Stammes benetzend zu erreichen. Erst nach tagelangem Regenwetter beobachtete ich fleckenweise Benetzung des *Pleurococcus*lagers.

Aesculus Hippocastanum. März. a) Baumstämme einer Allee an der Straße (kleine Stadt) markant grün bis zu einer scharfen Grenze bei 30—40 cm oberhalb des Bodens; unterhalb unbesiedelt. Bei Regenwetter empfängt die unbesiedelte Stelle des Stammes, die zugleich einen verbreiterten Fuß darstellt, Tropfwasser von oben, das, an den Ästen abwärtsgleitend, an den Ansatzstellen nach unten fällt. Auch steigt kapillar Wasser vom Boden auf, sei es bei Regen oder bei Betauung. — b) Bäume an der Landstraße haben alle Beschlag, jedoch nicht deren beregnete Flanken, auch die lichtstarke Seite ist frei davon; besiedelt ist die Nord- und Nordostseite der Stämme, und zwar oberhalb der Grenze von etwa 35 cm. An benachbarter Mauer tritt *Pleurococcus* dort auf, wo die Bäume dicht stehen und im Sommer die Mauer be-

schatten und feucht halten. — c) In einem Garten. Borke wird oben wegen der Bezüge von *Pleurococcus* nicht benetzt, dagegen unten, wo *Prasiola*.

Robinia, *Pseudacacia* und junge *Quercus robur* zeigen ähnliche Verhältnisse wie die Roßkastanie.

2. Benetzungsversuche.

Nach mehreren Tagen Regenwetter wurden mit *Pleurococcus* besiedelte Borkenstücke von *Acer platanoides* auf Benetzung geprüft. Keine Benetzung: aufgebrachte Tropfen sitzen glänzend mit abgerundeter Fläche auf dem Algenüberzug, beim Schräghalten rollen sie ab. Vom gleichen Stamm genommene Stücke mit *Prasiola*, die feucht waren, saugten wie Fließpapier auf: Tropfen sind sofort dunkel, ohne Glanz, gehen im gleichen Augenblick flächig auseinander und sind fortdauernd in Bewegung, bis sie von der Unterlage flächig auseinandergesaugt und in der Algenmasse verschwunden sind. Trocknen der Borken in der Zimmerluft beeinflussen das Benetzungsverhalten nicht.

Andererseits benetzen normalerweise unbenetzbare Algenbezüge, wenn sie beispielsweise 24 Stunden unter Wasser gehalten waren. Es gibt aber auch dann noch Stellen, deren Oberfläche durch silbrig glänzende Luft vom umgebenden Wasser geschieden ist. Einzelne Algenzellen, die man erhält, wenn man zerteilte kleine Algenklümpchen unter dem Deckglas mit leichtem Druck hin- und herführt und zugleich anhängende Luft abschiebt, bleiben benetzt, auch wenn man das Deckglas wieder abhebt.

Vielfach besteht ein Gegensatz zwischen Algenbeschlag und Stammoberfläche. Erwähnt wurde bereits, daß das Periderm der Borke leicht benetzbar ist. Ähnlich verhalten sich die Borken von *Aesculus* und *Fraxinus*. Auch junge Eichenborke wird, zwar viel geringer, benetzt. In weniger als 1 Minute verbreitert sich ein aufgesetzter Wassertropfen, indem er auseinanderfließt. Wo *Pleurococcus* siedelt, unterbleibt dies.

Vergleichsversuche mit anderen lufttrockenen Algen zeigen, wie leicht diese benetzen, z. B. *Spirogyra*, *Cladophora*, *Oedogonium*, *Trentepohlia aurea* und *Tr. umbrina*, *Phormidium*, *Nostoc*. *Zygnema (Zygogonium) ericetorum* (Kuetz.) Hansg., die Erdboden bewohnt, nimmt bei Befeuchtung augenblicklich Wasser auf (so FRITSCH). Daß Flechten mehr oder weniger, darunter viele sehr leicht, benetzbar sind, läßt sich ohne weiteres dartun, ist außerdem hinreichend bekannt (vgl. ZUKAL, SIEVERS, TOBLER, STOCKER, KOLUMBE).

3. Benetzungsversuche mit Farblösungen.

Benetzungsversuche mit reinem Wasser geben keine Vorstellung, wieweit etwa Spuren liquiden Wassers in die Zellen am natürlichen Standorte einzudringen vermögen. Es könnte sein, daß zwar ein kleiner, indes hinreichender Anteil eingesogen wird, während nur der Hauptteil als nicht benetzend abrollt. Dies zu entscheiden, verwendete ich Farblösungen. Am geeignetsten ist eine 0,05 proz. Lösung von Viktoriablau 4 R. (GRÜBLER & CO., Leipzig). *Pleurococcus*-zellen nehmen diese Lösung fast augenblicklich auf, wenn unter dem Deckglas mit leichtem Druck Algenmasse zur Vertreibung der Lufthüllen verrieben worden ist. Nach Verlauf von 2 Minuten ist kaum noch eine einzige ungefärbte Zelle festzustellen. Es färbt sich der gesamte Zellinhalt tiefviolett.

Die Versuche selber:

1. Mit ruhender Flüssigkeit. Borke von *Aesculus Hippocastanum* mit *Pleurococcus*lager, optimal entwickelt, vor 5 Stunden aus dem Freien geholt, wo es seit ca. 24 Stunden regnet. Das Algenlager ist bis ½ mm dick. Auf die horizontal gehaltene Borke Farbtropfen aufgesetzt. Der Tropfen bleibt und wird anscheinend nirgends abgesogen. Tropfen nach 15 Minuten mit Fließpapier vorsichtig wieder entfernt. Makroskopisch ist die Unterlage des Tropfens bis auf einige dunkle Fleckchen ungefärbt. Diese dunklen Fleckchen sind mikroskopisch ein Gemisch aus ungefärbten grünen Algenzellen und einer verschwindend geringen Zahl — schätzungsweise 5 % — gefärbten violetten. — Versuch von ½ Stunde Dauer ergibt das gleiche.

2. Mit bewegter Flüssigkeit. Borke mit Algen wie oben. Vorgang: aus einer Kapillaröffnung tropft (2 cm über der Borke) ununterbrochen die dunkle Farblösung auf eine 45° geneigte Algenschicht und läuft auf dieser ab. Ca. 200 Tropfen in der Minute; die Farblösung fließt in einem 3 bis 5 mm breiten Streifen stets über dieselbe Stelle des Algenlagers hinweg, in einer Menge von etwa 300 ccm in der Stunde.

a) Ergebnis nach 1 Stunde: Makroskopisch sieht man einen dunklen Streifen als Spur der Farblösung auf dem Algenlager bzw. der Borke abwärts. Dieser Streifen ist naß und hat Farbe angenommen, jedoch befinden sich in ihm auch grüne trockene Inseln, die vorher überspült waren, aber nicht genetzt haben. Mikroskopisch zeigt sich, daß nur die oberste Schicht des Algenlagers mosaikartig violett geworden ist; darunter ist alles ungefärbt grün. Versucht man, die oberste Algenlage allein abzunehmen, beträgt die

Anzahl der violett gefärbten Zellen kaum mehr als 1 %! – Ob die Borke mit Algenlager vor dem Versuch „trocken“ oder feucht war, hat keinen Einfluß auf diese Verhältnisse.

b) Ergebnis nach 3 Stunden: Makroskopisches Bild wie nach 1 Stunde. Mikroskopisch: Die „Inseln“ führen nur grüne Zellen; die dunkle Farbstoffspur erweist sich als tiefer in das Algenlager hinein gefärbt. Anscheinend ist jetzt die Oberfläche des Lagers lückenlos violett geworden, darunter sieht man nur mosaikartige Aufnahme der Farblösung. Proben aus der gefärbten Schicht ergeben einen Prozentsatz von 50 % gefärbter Algenzellen.

c) Bemerkung: Wichtig scheint mir die Beobachtung an Lagern, die vor dem Versuch lufttrocken waren. Deren hellgrüne Zellen nehmen sich vorher pulverig trocken aus, sowohl dem Augenschein nach als auch beim Anfühlen oder beim Zerreiben mit einer Nadel. Nach dem Versuch erscheinen auch die von der Benetzung nicht betroffenen Algenmassen im Innern eines Lagers dunkler grün und, beim Berühren feucht mit einer gewissen leichten Klebrigkeit. Das dürfte besagen, daß auch die unbenetzten Zellen Wasser, diese jedoch in dampfförmiger Form, aus der überfließenden Flüssigkeit aufgenommen haben.

4. Zusammenfassung.

Pleurococcus und *Prasiola* bedeuten hinsichtlich ihres Benetzungsverhaltens Extreme. Schien es nun zunächst so, als ob *Pleurococcus* unter natürlichen Verhältnissen im Freien überhaupt nicht einer Benetzung anheimfallen könnte, so lehren die Beobachtungen im Laboratorium, daß auch diese Alge, besonders in fließendem Wasser, benetzt werden kann und somit liquides Wasser aufnehmen kann. Diese Benetzbarkeit ist in ihrer ökologischen Wirksamkeit sehr gering einzuschätzen. Die Ergebnisse der Versuche mit Viktoriablau können nämlich nicht ohne weiteres auf die natürliche Beregnung im Freien übertragen werden. Die Beregnung eines Stammes ist viel unwirksamer. Direkte Regentropfen treffen den Stamm, wovon man sich bei Regenwetter leicht überzeugen kann, normalerweise äußerst wenig, verglichen mit einer Benässung, wie sie etwa der Laboratoriumsversuch vorführt. Es ist zu bedenken, daß das Überfließen mit Farblösung im Versuch 2a einer Regenhöhe von 6 bis 10 Metern (pro qcm) und dies in 1 Stunde entspricht! Hierbei findet eine Benetzung von kaum mehr als 1 % der Algen-

zellen in der obersten Schicht des Lagers statt, während die Hauptmasse, die darunter liegt, vollkommen unbenetzt bleibt! Versuch 2b entspricht einer Regenhöhe von 18 bis 30 Metern in 3 Stunden, ist also ein Versuch, der nicht herangezogen werden darf. Andererseits darf nicht verschwiegen werden, daß die Wirkung des Anpralls von Regentropfen im Freien schwer eingeschätzt werden kann. Starker Anprall dürfte nicht allzu häufig sein, da *Pleurococcus* die eigentliche Wetterseite meidet.

Erwähnt wurde bereits die Wasseraufnahme der vom Netzwasser nicht betroffenen Algenzellen, die nur aus Wasserdampf herrühren kann.

II. Wasseraufnahme.

1. Wasserdampfaufnahme aus der Luft.

Da die ökologische Bedeutung liquiden Wassers für *Prasiola* ohne Zweifel ist, wurden Versuche nur mit *Pleurococcus* angestellt. Vorher gewogene Algenmasse wurde in eine feuchte Kammer gebracht, d. h. auf trockenem Fließpapier möglichst ausgebreitet, auf einer Glasscheibe extrem feuchter Luft ausgesetzt. Die Kammer bestand in einer mit niedriger Glasglocke zugedeckten Glasschale. Auf dem Boden der Glasschale befand sich Wasser, die Wände waren mit feuchtem Fließpapier ausgekleidet. Nordfenster. Monat: April. Temperatur: 10—14°.

a) Nach einem regnerischen Tage regenfreier Tag. Jetzt Algenmasse von einem Stamme von *Carpinus Betulus* abgenommen.

Anfangsgewicht 3,20 g. Nach 12 Stunden 3,75 g. Wasseraufnahme 17,2 %.

b) Algenmasse von a = 3,75 g wurde in Zimmerluft 24 Stunden gehalten und alsdann wieder in die feuchte Kammer gebracht.

Anfangsgewicht 3,05 g. Nach 12 Stunden 3,65 g. Wasseraufnahme 19,6 %.

c) Feuchtes Aprilwetter, jedoch seit 2 Tagen ohne Regen. Algenmasse frisch von einer Borke von *Acer platanoides*.

Anfangsgewicht 3,12 g. Nach 36 Stunden 4,15 g. Wasseraufnahme 33,0 %.

d) Algenmasse von c wurde tagelang in Zimmerluft getrocknet, gelegentliche Wägungen ergaben stationäres Gewicht.

Anfangsgewicht 2,70 g. Nach 36 Stunden 4,08 g. Wasseraufnahme 51,1 %.

In allen Fällen erscheinen die Algen nach dem Aufenthalt in der feuchten Kammer dunkler grün und fühlen sich feucht an, indem sie mit gewisser Klebrigkeit nicht so locker zusammenhängen wie vorher.

(FRITSCH findet [S. 5 ff.], daß Zu- und Abnahme des Wassergehalts von *Pleurococcus* mit dem Feuchtigkeitsgehalt der Luft korrespondiert. Aus dem Diagramm kann man für eine Differenz der relativen Luftfeuchtigkeit von ca. 57 % zu 85 % = 28 % eine Gewichtsdifferenz der Algenmasse von 8,2 % abschätzen. [Vgl. Text S. 5 ff., Diagramm S. 7, Tabelle III.] Für die Verhältnisse in dampfgesättigter Luft gibt er keine Werte an.)

Obige höchste Zahl von 51,1 % für die Aufnahme dampfförmigen Wassers aus der Luft erscheint bemerkenswert. Sie kommt nahe an die Wasserkapazität (53,7 %) der *Pleurococcus*-zellen heran.

2. Wasserkapazität von *Pleurococcus* und *Prasiola*.

Um die Aufnahmefähigkeit für Wasser zu ermitteln, wurde Algenmasse mit Wasser gesättigt und bis zur Lufttrockenheit wieder getrocknet; dabei wurden die entsprechenden Wägungen ausgeführt:

Je etwa 10 g Algen wurden 24 Stunden unter Wasser gehalten, *Pleurococcus* jedoch erst, nachdem unter der Luftpumpe die Luft abgesaugt und so völlige Benetzung eingetreten war. Alsdann wurde die oberflächliche Nässe mittels Fließpapiers entfernt und nach Verlauf weiterer 2 Stunden zum erstenmal gewogen. Dies geschah im Februar bei wechselnder Temperatur von 15 bis 4° C in einem Nordzimmer. Täglich wurde die Algenmasse gewogen, bis endlich stationäres Gewicht sich feststellen ließ, d. h. bis die geringste Gewichtzahl nur leichte Schwankungen nach oben und unten in den nachfolgenden Tagen zeigte, ohne dabei einen noch niedrigeren Stand zu erreichen.

Die Wasserverluste durch Transpiration sind folgende:

Pleurococcus:	10,052 g,	Wasserverlust	3,510 g = 34,9 %,
Prasiola:	10,021 g,	„	8,999 g = 89,8 %.

(Hier besteht gute Übereinkunft mit den Werten, die sich aus Tabelle I bei FRITSCH [S. 3] errechnen lassen: *Pleurococcus* 37,9; *Prasiola* 90,3 %.) Anders ausgedrückt: Die Wasserkapazität lufttrockener Algenzellen von *Pleurococcus* ist nur 53,7 % (vgl. 60,7 bis 60,9 % bei FRITSCH, von mir errechnet), diejenige von *Prasiola* ist rund 16mal größer, nämlich 880,5 %! (vgl. 724,3—931,4 % bei

FRITSCH, von mir errechnet). Das besondere Verhalten von *Pleurococcus* tritt deutlich hervor.

Es ist von Interesse, die Wasseraufnahmefähigkeit echter Wasseralgen zu vergleichen. Für eine *Cladophora* spec. bestimmte ich 1852 %, für *Spirogyra* spec. 1985 %. Hiernach ist auch die Kapazität von *Prasiola* von geringem Ausmaß. Diese schließt sich eher derjenigen des ebenfalls terrestrischen *Zygogonium ericetorum* mit 458,8 % (errechnet aus der Abhandlung von FRITSCH) an.

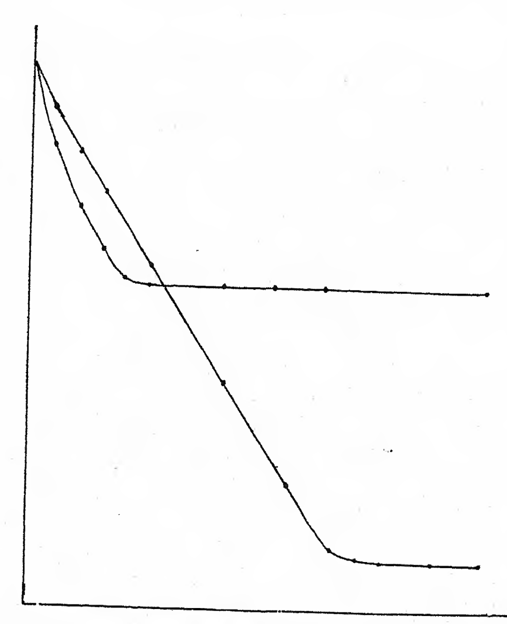


Abb. 1. Die Ordinate bezieht sich auf die Zeit in Tagen, die Abszisse auf das Gewicht der Algen.

Prasiola und *Zygogonium* verhalten sich hiernach wie phanerogame Schattenpflanzen, wenn man Werte heranzieht, die sich aus einer Arbeit von STOCKER (Zeitschrift f. Botanik 1924, S. 305) ergeben, vgl. *Anemone nemorosa* 400 %, *Aegopodium Podagraria* 490 %; *Calluna vulgaris* dagegen nur 120 %. Echte Wasseralgen kommen Sukkulenten gleich, vgl. *Sempervivum tectorum* 1570 % (STOCKER a. a. O). — Flechten (Blattflechten) scheinen niedrige Kapazitäten zu haben, vgl. *Umbilicaria pustulata* und *Lobaria pulmonata* nach den Zahlen bei STOCKER (Flora 1927, S. 344) 160—180 %.

Noch ein Hinweis auf beigegebene 2 Kurven (Textabb. 1). Sie sind der Niederschlag der täglichen Gewichtsbestimmungen zur Ermittelung des stationären Gewichtes. Die zuerst horizontal

werdende Kurve bezieht sich auf *Pleurococcus*, die andere auf *Prasiola*. Der Grad der Wasserabgabe wird deutlich. In einem bestimmten Fall verfügt *Pleurococcus* nach 1 Tag über 66 % des aufnehmbaren Wassers, nach 2 Tagen über 37 %, nach 3 Tagen über 14 % usf., nach 8 Tagen über 0 %. Merkwürdig ist, besonders in Anbetracht des hohen Wassergehaltes, wie lange *Prasiola* über relativ hohe Wassermengen verfügt. So wird vergleichsweise 66 % verfügbaren Wassers erst nach etwa 5½ Tagen erreicht und schließlich 0 % erst nach 15 Tagen.

III. *Pleurococcus* und *Prasiola* im submersen Zustande.

1. Assimilationstätigkeit.

Die Versuche sind nur orientierender Natur. Schätzungsweise gleich große Algenmassen wurden dem Tageslicht in umgestülpten, wassergefüllten Meßzylindern ausgesetzt, um austretende Gasblasen aufzufangen. Im einzelnen verlief solch ein Versuch folgendermaßen:

Zwei annähernd flächengroße (je 24—28 qcm) Borkenstücke von *Sorbus aucuparia*, völlig grün mit Algenmasse überzogen, und zwar A mit *Pleurococcus vulgaris*, B mit *Prasiola crispa*, wurden unter der Luftpumpe mit Wasser gesättigt und alsdann je in einen umgestülpten Meßzylinder geschoben. Beide Meßzylinder standen im Wasser desselben Untergefäßes. Verwendetes Wasser: „weiches" Brunnenwasser. Nordfenster, Februar. Temperatur täglich ca. 6 Stunden 15 °, im übrigen von 4 bis 11 ° wechselnd. 5 Versuchstage; davon 2 Regentage und 3 Tage mit hellem, öfter wolkenlosem Himmel, zuweilen Sonnenschein, der aber nur morgens 2 Stunden lang die Algen trifft.

Ergebnis: Schon am 1. Tage zeigt *Prasiola* Gasblasen in dem gelockerten Algenbelag der Borke, *Pleurococcus* nichts dergleichen. Am Ende des 5. Tages weist der Meßzylinder mit *Pleurococcus* keine Bläschen bzw. ein nicht meßbares, zweifelhaftes Assimilationsbläschen[1]) auf. Der Glaszylinder mit *Prasiola* hat 2½ ccm Gas aufgefangen. Untergetaucht zeigt also *Prasiola* die Assimilationstätigkeit der Wasseralgen, *Pleurococcus* auf der anderen Seite gar keine oder eine zum mindesten zweifelhafte.

2. Widerstand gegen Fäulnis.

a) Gleich große Borkenflächen von *Acer platanoides* desselben Stammes, hier mit *Pleurococcus*, dort mit *Prasiola* dicht bezogen,

1) Bei den Versuchen handelt es sich ja nicht um reine Bestände der betreffenden Alge; doch war die Einmischung anderer Spezies verschwindend gering.

wurden, durch Glasstäbe beschwert, 5 cm tief in frischem Wasser in zwei Glasschalen gehalten. Nordfenster. Temperaturverhältnisse wie im vorigen Abschnitt. Wasser: „weiches" Flußwasser.

Verlauf: *Prasiola* assimiliert täglich kräftig, bleibt lebhaft grün, wobei das Wasser klar bleibt, und vermehrt sich zusehends. Nach 1 Monat hat die Algenmasse sich zu bäumchenförmigen, schönen grünen Watten vermehrt, deren höchste Teile bis an den Wasserspiegel reichen. — *Pleurococcus* dagegen wird mißfarben grün, das Wasser trübt sich. Nach 1 Woche ist unzweifelhaftes Absterben und Faulen zu bemerken. Nach 1 Monat ist das Wasser bei fauligem Geruch völlig trübe, die Oberfläche mit einer Kahmhaut von Bakterien mehrere Millimeter dick überzogen. Die Borke ist dicht mit Bakterien besiedelt, die *Pleurococcus*algen sind verfault.

b) Wiederholung mit Abänderung der Wassertiefe: Wasser benetzt soeben die algenbesetzte Oberfläche der Borkenstücke. Ergebnis das gleiche. Alsdann destilliertes Wasser, Regenwasser und kalkreiches Brunnenwasser vergleichsweise verwendet. Hierbei erfolgte eine besonders schnelle Fäulnis in dem kalkreichen Brunnenwasser.

IV. Die Wasserversorgung von *Pleurococcus.*

Das Ergebnis aus Vorstehendem würde lauten: *Prasiola* ist hervorragend benetzbar, hat eine hohe Wasserkapazität, kann, gegen Fäulnis gefeit, in submersem Zustande assimilieren und üppig gedeihen. Sie schließt sich hierin — verglichen mit *Pleurococcus* — in allen Punkten regelrechten Wasseralgen an. Ihre natürlichen Standorte, durch verschiedene Umstände häufig benäßte Basalteile der Baumstämme, ferner Erdboden usw., entsprechen diesen Eigenschaften. Es kann kein Zweifel sein, daß *Prasiola* vorwiegend liquides Wasser bezieht. — Anders *Pleurococcus.* Er ist hervorragend unbenetzbar, hat eine auffallend niedere Wasserkapazität, assimiliert untergetaucht in Wasser zum mindesten nicht nennenswert, wächst infolgedessen darin nicht und fällt bei längerer Berührung mit liquidem Wasser der Fäulnis anheim. *Pleurococcus* vermag aus wasserdampfhaltiger Luft Wasser aufzunehmen, und zwar aus wasserdampfgesättigter Luft in einer relativen Menge, die der Wasserkapazität dieser Alge nahekommt. Liquides Wasser als solches kann im günstigsten Falle nur von der obersten Schicht eines Algenüberzuges in mosaikartiger Verteilung aufgenommen werden; dauernde Einwirkung gefährdet das Leben der *Pleurococcus*zellen. Auch hier entspricht der Standort, z. B. durch Laubkronen vor Regen geschützte senkrechte Stammoberflächen, gegenüber

Prasiola-Standorten wenig benäßte obere Abschnitte der Stämme, diesen Eigenschaften. — Wieweit sich andere Luftalgen *Prasiola* oder *Pleurococcus* anschließen, müssen spätere Untersuchungen zeigen. *Stichococcus bacillaris* z. B. zeigt eine abgeschwächte Benetzbarkeit. Dauernde Einwirkung liquiden Wassers scheint dieser Alge ebenfalls nachteilig zu sein. Taf. XIII, Fig. 2 gibt die Photographie eines Standortes von *Stichococcus bacill.*, sehr schattiger Erdboden, der, vor Regen geschützt, häufig Tropfwasser von oben erhält. Die Tropfstellen und deren nächster Umkreis sind unbesiedelt (schwarz auf der Photographie) und zeigen den nackten Boden; alles übrige aber ist von genannter Alge hell überzogen.

Für *Pleurococcus* bedeutet, wenn man von der mosaikartigen Benetzung eines Algenlagers während eines ergibigen Regens absieht, liquides Wasser nur mittelbare Quelle für die Versorgung mit Wasser, denn ohne dies kann ja Wasserdampf nicht erzeugt werden. Regen und Nebelwetter sättigen die Luft mit Wasserdampf. Zugleich bringen etwa über die Algenschicht am Stamm hinwegeilende Regentropfen Wasserdampfhüllen unmittelbar an sie heran. Wieweit ein geringerer Feuchtigkeitsgehalt der Luft als Wasserversorger von Bedeutung sein kann, darüber können nur quantitative Assimilations- und Atmungsversuche bei verschiedenem Wassergehalt der Algen entscheiden. Wasserdampfspender ist außerdem die Stammborke, die, je nach der Baumart — bisweilen sogar unter dem unbenetzten Algenlager — benetzt sein kann oder — als ein gewisses Reservoir — für eine Zeitdauer Wasser aufsaugen kann. Von hier verdunstendes Wasser kann die Wirkung des Regenwassers unterstützen und zeitlich verlängern. Soweit auf diese Weise während des Regens oder kurze Zeit nachher wasserdampfgesättigte Luft die Algen umgibt, erübrigt sich eine Erörterung. Borken enthalten aber immer geringere oder größere Mengen verfügbaren Wassers. Hier ist die Frage, ob auch an regenfreien Tagen oder wenig feuchtem Wetter *Pleurococcus* den derzeit verhältnismäßig geringen Wassergehalt der Borke auszunutzen vermag. Ich möchte zeigen, daß, bedingt durch die Nachbarschaft der Borke, auch an solchen Tagen vorübergehend wasserdampfgesättigte Luft die Algen umgibt.

1. Aufsaugungsvermögen der Borke.

Einige Beispiele für das Aufsaugungsvermögen der Borken, die sich leicht vermehren lassen. *Pinus silvestris*, älterer Stamm.

Im Februar an regenfreiem Tage je 1 Stück Borke von etwa gleicher Größe der Süd- und Nordseite eines Stammes entnommen.

Südseite ohne, Nordseite mit Algenbeschlag, jedoch das zu Versuchen benutzte Stück ebenfalls ohne Algen. Nach dem Wiegen wurden die Borken in Wasser untergetaucht, mit Fließpapier abgetrocknet und abermals gewogen.

a) Süds.:	Anfangsgew.	8 ¼ g,	Wasser aufgen. i.	3 Std.	2 ¾ g	= 31%
Nords.:	„	8½ g,	„ „ „	3 „	5½ g	= 65%
b) Süds.:	„	9½ g,	„ „ „	7 „	3 g	= 32%
Nords.:	„	11 g,	„ „ „	7 „	4 g	= 36%
c) Süds.:	„	8½ g,	„ „ „	10 „	3½ g	= 41%
Nords.:	„	8½ g,	„ „ „	10 „	6½ g	= 76%

Die stärkere Aufsaugung an der Nordseite des Stammes dürfte mit der stärkeren „Verwitterung" der Borke zusammenhängen. Wieweit dieser Unterschied für die verschiedenen Baumarten gilt, wäre zu untersuchen, wie überhaupt genaue Bestimmungen über verschiedene Aufsaugegeschwindigkeit und Wasserkapazität der Baumborken von Interesse wären. STAHL (S. 35) findet für lufttrockene Borkenstücke älterer Stämme nach 2stündigem Untertauchen in Wasser unter Zugrundelegung der prozentigen Gewichtszunahme folgende Reihe: Apfelbaum 7,5, *Acer Pseudoplatanus* 18, *Aesculus rubicunda* 19, *Alnus glutinosa* 21, *Pinus laricio* 23, *Larix* 29, *Platanus* 30,5, *Populus nigra* 36, *Fraxinus excelsior* 40, *Taxus* 46, *Pinus cembra* 60, Birnbaum 80. Auch nach dem Alter der Bäume ist das Aufsaugevermögen verschieden.

Wieviel eine Borke unter natürlichen Verhältnissen im Freien Wasser enthält, dafür zwei Beispiele.

Zunächst für Regenwetter:

a) *Quercus robur*, alter Stamm im Walde. Februar, nach einem typischen Regentag mit starkem Regen. Wo Borke sich feucht anfühlt, Beschlag von Algen, Moosen, Flechtenanfängen. Andere Stammseiten fühlen sich völlig trocken an. Etwa gleich große Borkenstücke von „feuchter" und „trockener" Flanke entnommen, alsdann im Zimmer 4 Tage bei 15—20° getrocknet.

Beregnete Borke	12 g,	trocken 7 ¾ g.	Abgegebenes Wasser	35 %,
Unberegnete „	12 g,	„ 11 g.	„ „	8 %.

Beispiel für Wetter ohne Niederschläge:

b) *Robinia Pseudacacia*, erwachsener Baum in einer lichten Anpflanzung, ohne Algenbeschlag. Februar, nach einem regen- und schneereichen Winter, jetzt mindestens 2 Wochen kein Niederschlag. Borkenstücke frisch gewogen, alsdann 1 Tag bei 15—20° im Zimmer getrocknet.

Südseite . .	27 g,	trocken 24½ g.	Abgegebenes Wasser	9,3 %,
Nordseite .	27¾ g,	„ 24½ g.	„ „	11,7 %,
Wetterseite (Nordwest)	28½ g,	trocken 25 g.	„ „	12,2 %.

2. Die Borke als Wasserdampfspender für *Pleurococcus*.

Es ist nicht verwunderlich, daß die Temperatur der Borke bei Sonnenbestrahlung die Lufttemperatur übersteigt. Da jedoch die stark insolierten Süd- und Südwestseiten der Stämme, die außerdem wenig Wasser in der Borke führen, als Standorte von *Pleurococcus* nicht in Frage kommen, interessiert uns vielmehr das Temperaturverhalten dauernd beschatteter Stammteile. Diese sind in ihrem Wärmehaushalt ausschließlich von der Temperatur der Luft abhängig. Sind nun auch hier Verhältnisse möglich dergestalt, daß Borke höher als die Außenluft erwärmt ist? Für den Haushalt des Wasserdampfes würde dies bedeuten, daß der aus der mehr oder weniger feuchten Borke entweichende Wasserdampf an der Grenze zwischen Borke und der kühleren Luft eine Verdichtung erführe? Auch eine geringe relative Luftfeuchtigkeit könnte auf diese Weise in eine hohe, für *Pleurococcus* vollwertige, gewandelt werden, und zwar gerade dort, wo die Algen liegen.

Meine Beobachtungen geschahen mit einem dünnen Thermometer, das sich in ein enges Bohrloch der Borke einschieben ließ. Obschon das Bohrloch im spitzen Winkel verlief und so der Abstand zwischen Thermometerspitze und Borkenoberfläche möglichst gering wurde, kann leider nichts über die Temperaturverhältnisse der obersten Borkenschicht ausgesagt werden oder über den Abfall der Temperatur innerhalb der Borke.

a) Orientierende Probemessungen.

Robinia Pseudacacia, Schattenseite eines Stammes in einem lichten Bestande, mit einem geringen Beschlag von *Pleurococcus*. Anfang Februar, frostfreies, trockenes Wetter mit veränderlichem Sonnen- und Wolkenhimmel. Nachmittags 3 Uhr. Lufttemperatur auf der Schattenseite des Stammes: 0,5 °. Temperatur der Borke im Abschnitt 0 bis 1,5 mm unter der Oberfläche: 2,5 °. Differenz: 2 °.

(Bohrloch von 4 mm Tiefe im spitzen Winkel von ca. 20 ° zur Borkenoberfläche.)

An einem anderen Stamm betrug für die gleichen Verhältnisse für den Abschnitt 4,7 bis 1,5 mm unter der Oberfläche die Differenz: 0,5 °. Ähnliche Erfahrungen mit anderen Bäumen.

b) Serienmessung.

Chamaecyparis Lawsoniana, 20 cm dicker Stamm, der den ganzen Tag über durch überhängende Zweige beschattet wird, in einem Garten Anfang April. Thermometer wurde schräg von oben her in einen etwa 4 mm dicken Borkenstreifen mit vorgebohrtem Loch geschoben. Die dadurch sich ein wenig ablösende Borke wurde durch feste Fadenumwickelung wieder an den Stamm gepreßt. Vergleichsthermometer für Lufttemperatur 1 cm vor der Borkenoberfläche. Thermometer vorher miteinander verglichen und korrigiert.

Es wurde vom 6. zum 7. April fortlaufend in zweistündigen Intervallen 40½ Stunden hindurch gemessen. Mittags und nachmittags Sonnenschein, „warmes Wetter“. Folgende Tabelle entsteht:

	Zeit	7½	9	11	13	15	17	19	21¾	23	1	3
Temp. °C	Luft	6¾	9	11	13	12	11¾	9½	7	6	4½	3
	Borke	7½	8½	9½	11	11½	11½	10¼	9	8	7	5½
Differenz d. Temp.	Luft +		½	1½	2	½	¼					
	Borke +	¾						¾	2	2	3½	2½

	Zeit	5	7	9	11	13	16	17	19	20	24	
Temp. °C	Luft	2¼	4	7½	11	14	15	15	12¼	9¾	7¼	
	Borke	4½	4½	6	8	10¾	12½	12¾	11¾	10¾	8¾	
Differenz d. Temp.	Luft +			1½	3	3¼	2½	2¼	½			
	Borke +	2¼	½							1	1½	

Hiernach sind Borken- und Lufttemperatur nur morgens etwa um 8 Uhr und nachmittags 18—19 Uhr gleich. Die übrige Zeit differieren sie bis zu einer Maximaldifferenz von 3½ °. Die Borke ist höher temperiert als die Luft in dem Nachtabschnitt, in obiger Tabelle 12 Stunden hindurch. Beistehende kurvenmäßige Darstellung (Textabb. 2) erläutert diese Verhältnisse noch einmal. Der aus der Borke entströmende Wasserdampf kann also sehr wohl an der Grenze zwischen Borke und Luft eine Verdichtung erfahren und den hier lagernden *Pleurococcus*algen zugute kommen.

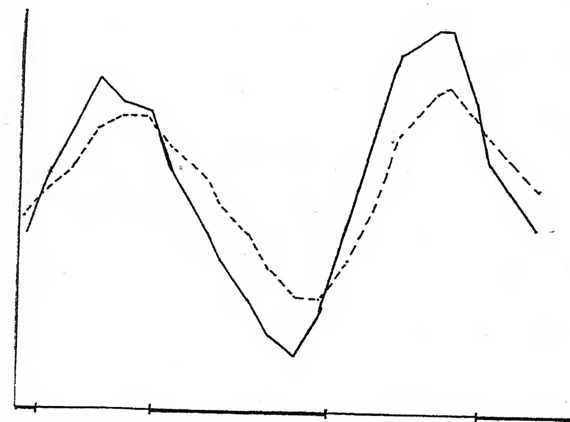


Abb. 2. Die Ordinate bezieht sich auf die Zeit in Stunden, die Abszisse auf die Temperatur in °C. —— Temperatur der Luft, ---- Temperatur der Borke.

Literatur.

FRITSCH, F. E.: The Morphology and Ecology of an Extreme Terrestrial Form of *Zygnema* (*Zygogonium*) *ericetorum* (Kuetz.) Hansg. Annals of Botany XXX., 1916, S. 135—149.

—, — —: The Moisture Relations of Terrestrial Algae I. Ebenda XXXVI., 1922, S. 1-20.

—, — — and HAINES, F. M.: The Moisture Relations of Terrestrial Algae II. Ebenda XXXVII., 1923, S. 683-728.

KOLUMBE, ERICH: Untersuchungen über die Wasserdampfaufnahme der Flechten. Planta III., 1927, S. 734—757.

PETERSEN, JOHANNES BOYE: Studier over Danske aërofile Alger. D. Kgl. Danske Vidensk. Selsk. Skrifter. 7. R. XII., Kopenhagen 1914—16, S. 269—379.

SIEVERS, FR.: Über die Wasserversorgung der Flechten. Wiss. Beilage zum 38. Jahresber. d. Landw. Schule zu Helmstedt. 1908.

STAHL, ERNST: Die Blitzgefährdung der verschiedenen Baumarten. Jena 1912.

TOBLER, FRIEDRICH: Biologie der Flechten. Berlin 1925.

ZUKAL, H.: Morphologische und biologische Untersuchungen über die Flechten II. Sitzungsber. d. Akad. Wien, math.-naturw. Kl., Abt. I, 1895.

---

55. Friedl Weber: Stomata-Öffnungszustand, bestimmt mit Cellophan.

(Aus dem Pflanzenphysiologischen Institut der Universität Graz.)
(Eingegangen am 3. September 1927. Vorgetragen in der Oktobersitzung.)

Obwohl es bereits eine Reihe von Methoden gibt, die sich gut dazu eignen, den Öffnungszustand der Stomata zu bestimmen, so soll doch auf ein neues besonders einfaches Verfahren (Cellophan-Methode) aufmerksam gemacht werden, zu dem nichts weiter erforderlich ist als praktisch gewichtslose, keinen Raum beanspruchende, kleine Streifen Cellophan.

Cellophan, ein leichtes, dünnes, durchsichtiges, biegsames Papier, das aus faserloser, porenfreier Zellulose besteht (vgl. Die Umschau 1927, Bd. 31, pag. 945), ist in Papierhandlungen in farblosen oder gefärbten Folien allgemein erhältlich. Legt man kleine rechteckige Plättchen Cellophan auf die Innenfläche der Hand, so biegen sich die Streifen an den Enden sofort nach aufwärts, weil Cellophan in hohem Grade hygroskopisch ist. Dieses Verhalten ließ vermuten, daß Cellophan-Streifen auf Blätter gelegt durch ihre hygroskopischen Krümmungen — ähnlich wie die Bewegungen anderer hygroskopischer Körper — die Transpirationsgröße und damit indirekt auch die Stomata-Öffnungsweite ermitteln lassen würden. Eingehende Versuche zeigten, daß tatsächlich in der „Cellophan-Methode“ ein durchaus brauchbares und geradezu ideal einfaches Hilfsmittel für Transpirations- und Stomata-Studien gegeben ist.

Man schneidet aus den Cellophan-Folien Streifen in größerer Anzahl auf Vorrat zurecht, und zwar in verschiedenen Größen je nach den zu untersuchenden Blättern, am besten in länglich-rechteckiger Form von etwa 10 bis 60 mm Länge und 5 bis 25 mm Breite. Den einzelnen Streifen faßt man an einem Ende mit trockenen Fingern an und legt ihn flach auf einen Blatteil auf. Sind die Stomata weit geöffnet, so biegen sich infolge der intensiven Wasserabgabe des Blattes die Enden des Cellophan-Streifens sofort nach aufwärts und erreichen meist schon innerhalb weniger Sekunden die zur Blattfläche senkrechte Stellung. Die Zeit, die zur Erreichung dieser Lage erforderlich ist (die Geschwindigkeit, mit der die hygroskopische Aufwärtskrümmung vor sich geht), gibt ein überraschend zuverlässiges Maß des Öffnungszustandes der Stomata.

Das Cellophan-Papier ist in verschiedenen Stärken erhältlich, die Streifen aus den ganz dünnen Cellophan-Folien krümmen sich rascher und stärker als die aus den mittelstarken. Das Papier und die daraus geschnittenen Streifen dürfen nicht stark gebogen oder eingefaltet werden. Mit jedem Streifen können mehrere Bestimmungen gemacht werden.

Obwohl es bekannt ist, daß die kutikuläre Transpiration bei den meisten Landpflanzen gegenüber der stomatären praktisch überhaupt nicht ins Gewicht fällt und daher aus der Intensität der Wasserabgabe sichere Schlüsse auf die Stomata-Öffnungsweite gezogen werden können, so wurde doch bei verschiedenen Pflanzen und an vielen Hunderten von einzelnen Blättern durch mikroskopische Prüfung des Stomata-Öffnungszustandes kontrolliert, ob tatsächlich die Geschwindigkeit und Intensität der Krümmung des Cellophan-Streifens eine richtige Vorstellung des Öffnungszustandes der Spalten vermittelt. Es ergab sich dabei durchwegs die Richtigkeit und Zuverlässigkeit der aus den Cellophankrümmungen gezogenen Schlüsse.

Die Cellophan-Methode leistet also im allgemeinen dasselbe, was das Hornhygroskop, das Kobaltpapier, die Infiltrations-Methode zu leisten vermag. Ein Nachteil der Cellophan-Methode liegt darin, daß sie, wenn die Blätter naß sind, bei Regen oder Tau nicht anwendbar ist, ein Vorteil, daß an ein und demselben Blatte beliebig oft und beliebig viele Bestimmungen gemacht werden können, ohne daß das Blatt irgendwelchen Schaden leidet.

Es sollen hier nicht Einzelergebnisse der mit dem Cellophan-Papier angestellten Beobachtungen angeführt werden. Es sei nur hervorgehoben, daß sich mit der Cellophan-Methode leicht feststellen läßt, ob Blätter nur an der Unterseite oder auch oberseits Stomata führen, zu welchen Tageszeiten sich die Stomata öffnen und schließen, bei welchen Pflanzen die Stomata an welken Blättern offen bleiben (vgl. diese Berichte 1927, Bd. 45, pag. 408) und manches andere. Mit dieser höchst einfachen Methode läßt sich z. B. auch erkennen, daß die Blätter mancher Pflanzen, bei denen man der herrschenden Ansicht nach eine relativ geringe Wasserabgabe erwartet hätte, doch sehr beträchtliche stomatäre Transpiration aufweisen (*Tussilago farfara* mit Haarfilz unterseits, *Nerium oleander* mit eingesenkten Stomata).

Besonders gute Dienste dürfte die Cellophan-Methode jedenfalls bei Schulausflügen leisten sowie überhaupt bei weiteren Exkursionen, da die Cellophan-Streifen in genügender Zahl ohne die geringste Belastung mitgenommen werden können.

---

56. C. Wehmer: Lignin und Huminstoffe bei der pilzlichen Holzzersetzung.

(Eingegangen am 3. August 1927. Vorgetragen in der Oktobersitzung.)

Nachdem zuerst R. HARTIG[1]) in seiner klassischen Untersuchung über Zersetzungserscheinungen des Holzes auch der chemischen Natur der morschen Holzsubstanz Aufmerksamkeit geschenkt, blieb sie jahrzehntelang fast unbeachtet; erst neuerdings ist ihre Bearbeitung von verschiedenen Seiten wieder aufgenommen. Dabei war es wohl eine Tücke des Zufalls, daß frühere Arbeiten der Vergessenheit anheimfielen und mehrfach längst Bekanntes als neu vorgetragen wurde. Das gilt zumal auch für die Alkalilöslichkeit der Zersetzungsprodukte der Zellwand und ihre durch hohe Acidität und steigenden C-Gehalt charakterisierte chemische Eigenart.

So heißt es z. B. in einer neueren Mitteilung über Holzzersetzung von R. FALCK[2]) (p. 663) wörtlich, daß durch diese seine Ermittlungen „die Bildung der sauren Roh-Humussubstanz mit hoher Titrieracidität erstmalig auf bestimmte Prozesse und Erreger eindeutig zurückgeführt" sei. Wenn das zuträfe, so hätten sich frühere Untersucher umsonst bemüht, die Sache liegt aber doch etwas anders.

Schon 1914 beschrieb ich[3]) die Umwandlung von gesundem Fichtenholz durch *Merulius lacrimans* in braune Humuskörper von hoher Titrieracidität (bis auf gegen das 10fache von gesundem Holz ansteigend). Diese Experimente waren im Schwammkeller mit Reinzuchten des Pilzes im Verlauf von gut einem Jahre ausgeführt; die zersetzte morsche Holzmasse wurde in wasser- und alkalilösliche Humine und Huminsäuren, sowie einen unlöslichen torfigen Rest getrennt, diese einzelnen Bestandteile auch durch Elementaranalyse zu charakterisieren versucht. Damit war, soweit ich sehe, erstmalig die experimentelle Zersetzung des Holzes zum Ausgangspunkt chemischer Untersuchung seiner Umwandlungsprodukte genommen.

1) „Zersetzungserscheinungen des Holzes", Berlin 1878.

2) Diese Berichte 1926. 44. 652 (1927). — Obiges von mir gesperrt.

3) „Chemische Wirkung des Hausschwamms auf die Holzsubstanz", diese Ber. 1914. 32. 601; „Abbau der Holzsubstanz durch Pilze", Ber. Chem. Ges. 1915. 48. 130. — Auch Note 1 S. 537.

Weiterhin habe ich[1]) auch diese bei dem Vorgang entstehenden Huminkörper erstmalig auf das Lignin der Holzwand als Muttersubstanz zurückgeführt und, in Übereinstimmung mit HARTIG, bei *Merulius* Abnahme der Cellulose sowie das Reduktionsvermögen der Humine und Abwesenheit besonderer organischer Säuren festgestellt.

Mit der chemischen Natur des Hausschwammholzes hatte sich bis dahin noch kein Untersucher beschäftigt, es war über sie trotz der Flut von Hausschwammarbeiten so gut wie nichts bekannt, auch die Arbeiten von CZAPEK, FALCK u. a. gaben über diesen Punkt keine Auskunft, mit der Betonung enzymatischer Prozesse allein war er nicht erledigt. So war selbst die naheliegende Frage nach der Ursache der charakteristischen Braunfärbung solchen Holzes, die R. HARTIG früher vermutungsweise mit Holzgummi oder Tannin in Verbindung brachte[2]), nicht weiter verfolgt; worauf sie beruht, vermochte er nach eignen Worten nicht zu sagen. Weshalb HARTIG übrigens seine für Baumschwämme bereits 7 Jahre vorher erhaltenen Resultate nicht auf das *Merulius*holz übertrug, ist fast verwunderlich.

Im Jahre 1917 bestätigten dann ROSE und LISSE[3]) die zunehmende Acidität bei der Holzfäule und die Alkalilöslichkeit des nach Verschwinden der Cellulose zurückbleibenden Restes, den sie aber als „Lignin" bezeichnen. Nach GRÜSS[4]) (1923) soll bei dem Prozeß das durch die Pilze abgespaltene Lignin in Ligninsäuren übergehen. Beides sind sicher die von mir als Humin und Huminsäuren benannten Körper, ihre noch etwas zweifelhafte Chemie lasse ich hier zunächst ganz bei Seite.

Mit Reinkulturen ihrer Pilze kamen BRAY und ANDREWS[5]) (1924) zu keinem anderen Resultat, Cellulose verschwand bis auf einen Bruchteil, das „Lignin" blieb in ursprünglicher Menge und auch wieder in alkalilöslicher Form zurück. Prinzipiell Neues zu der Frage bringen hiernach die verschiedenen Arbeiten nicht, doch wird der ansteigende saure Charakter des Produktes gleichfalls betont.

---

1) „Umwandlung von Lignin, Cellulose und Holzsubstanz in Huminstoffe durch Pilze", Brennstoff-Chem. 1925, Nr. 7.

2) „Der echte Hausschwamm", Berlin 1885, 58; cf. auch V. TUBEUF in Lafar, Technische Mycologie 1906. **3.** 315.

3) Journ. Ind. Eng. Chem. 1917. **9.** 284.

4) „Über Ligninsubstanz", Diese Ber. 1923. **41.** 51 u. 53. — Zusammenstellung der gesamten Literatur findet man bei W. FUCHS, „Chemie des Lignins", Berlin 1926, sowie bei KÜRSCHNER, „Chemie der Ligninkörper", Stuttgart 1925.

5) Journ. Ind. Eng. Chem. 1924. **16.** 137. — Weitere Lit. bei FUCHS l. c.

Die Entstehung C-reicherer, in Ammoniak löslicher Substanz, deren sauren Charakter er freilich nicht hervorhebt, hatte schon HARTIG l. c. 1878 unter gleichzeitigem Verschwinden der Cellulose bei einem Teil seiner Baumschwämme festgestellt, in anderen Fällen verschwand dagegen das Lignin, der Rest war hier weiße Cellulose (Weißfäule). Im Ernst wird man HARTIG doch kaum vorwerfen wollen, er hätte mit „Reinkulturen" arbeiten müssen!

Ein anderes „Lignin" oder „Humin", wie diese verschiedenen Forscher, hatte natürlich auch FALCK nicht unter Händen, und es war kaum erforderlich, daß er die Eigenschaften dieser Substanz, ohne jegliche Bezugnahme auf die frühere Literatur, noch besonders glaubte betonen zu müssen (l. c. p. 663), er wandelt nur auf bekannten Bahnen und hat sicher nichts weniger als „erstmalig" die Bildung saurer Huminsubstanz auf „bestimmte Prozesse und Erreger" zurückgeführt. In einem Referat (Botan. Centralbl. 1927, **10**, N. F. p. 84) von SEELIGER findet sich wörtlich dieselbe unrichtige Angabe.

Zusammengefaßt ist für den Chemismus der pilzlichen Holzzersetzung — über den zufolge einer einleitenden Bemerkung FALCKs (l. c. 657) „bisher Sicheres nicht mitgeteilt" sein sollte — also lange bekannt, daß er zwei verschiedene Wege gehen kann: Umwandlung in dunkle C-reichere saure Substanz oder in Cellulose; entscheidend ist dabei — wie schon R. HARTIG angab — die Art des Pilzes (l. c. 1878 p. 90). Diese zwei Typen von Holzpilzen, als Erreger von Weiß- und Braunfäule[1]), haben auch zur Zeit noch das Interesse der Biochemiker, ihre Wirkung zeigt eine gewisse Gegensätzlichkeit, Verschiedenheiten in der Enzymbildung sind dabei anscheinend bestimmend. Die Weißfäule entspricht im Effekt mehr einer milden Oxydation, wie solche auch durch das bekannte Mazerationsgemisch bewirkt wird, die Humifikation (Braunfäule) ist anscheinend ein hervorragend hydrolytischer Prozeß, in ihren Einzelheiten jedoch noch ganz undurchsichtig, denn Lösung der Cellulose ist nur ein Teil derselben; als vermutete Vorstufe der Kohlenbildung und Quelle des Bodenhumus ist sie, wie ich schon früher hervorhob, von besonderem Interesse (l. c. Note 1 Seite 537).

Das Produkt der Einwirkung von *Merulius* und *Coniophora* auf die Holzsubstanz bezeichnete ich früher mit dem Sammelnamen „Huminstoffe" und den Vorgang als Vertorfung, weil tat-

1) l. c. 1925 steht versehentlich „Rotfäule" statt „Braunfäule", letzteres aber richtig schon 1914, l. c. (Note 3 S. 536).

sächlich eine weitgehende Ähnlichkeit mit den Bestandteilen des Torfes besteht, aus ihm erhält man bei gleicher Behandlung dieselben Körper (wasserlösliche Humine, alkalilösliche Huminsäuren). Es liegt allem Anschein nach hier eine Mehrzahl von Umwandlungsprodukten[1]) verschiedenen C-Gehalts vor, mit dem künstlich aus Holz gewonnenen Säure-Lignin haben diese Stoffe jedenfalls keine Ähnlichkeit. Huminsäure-Präparate aus demselben Fichtenholz mit verschiedenen Pilzen wichen auch untereinander ab. Da *Sphagnum*-Torf Stoffe der gleichen Art liefert, so spricht schon das gegen den Lignincharakter, Torfmoose enthalten kein Lignin, und man wird die Huminkörper des Torfes kaum als „Lignin" bezeichnen wollen; genau wie die des Schwammholzes sind es m. E. sekundäre Umwandlungsprodukte. Übrigens deutet das gleichzeitig darauf, daß Huminkörper im natürlichen Verlauf der Dinge nicht nur auch aus anderen Zellwandbestandteilen als Lignin[2]), sondern auch ohne Mitwirkung von Pilzen entstehen können, denn *Sphagnum*-Pflanzen vertorfen ohne diese. Vielleicht steht auch die Huminbildung im Schwammholz nur in loser Beziehung zu der Pilzwirkung und verliefe dann spontan als rein chemischer Prozeß nach Auflösung der Cellulose.

Hannover, Juli 1927, Bacteriol.-Chem. Laboratorium der Techn. Hochschule.

---

1) Umbildung der Ligninkörper in Humifikationsprodukte nimmt auch KÜRSCHNER an, Ztschr. Angew. Chemie. 1927. 40. 228.

2) Neuerdings u. a. von MARCUSSON betont, Ztschr. Angew. Chemie. 1927. 40. 48.

---

57. Hans André: Über künstliche Entwicklungs- und tropistische Verhaltungsänderungen bei Mimulus Tilingii.

(Mit 14 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 16. August 1927. Vorgetragen in der Oktobersitzung.)

I. Über künstliche Hervorbringung kelchähnlicher Blattwirtel und ihre Bedeutung.

Es ist schon von ALBERTUS MAGNUS im Mittelalter klar erkannt worden, daß der Formwechsel der Pflanze in inniger Beziehung zu ihrem Stoffwechsel steht. Nach ALBERT enthält unter allen intergrierenden wesentlichen Pflanzenteilen der Pflanzensaft alle übrigen Teile der Potenz nach in sich. Die Knoten der Planze (malleoli) sind nun von der Natur dazu geschaffen, daß der Saft in ihnen zum Stillstand komme und eine bessere Läuterung (ampliorem digestionem) erhalte. Das von Stufe zu Stufe sich verfeinernde Blatt ist als ein Anhang der Knoten aufzufassen, in welchem der überflüssige Teil der Nahrung abgeschieden wird. Je nachdem diese Abscheidung gröber oder feiner ist, soll auch das Blatt seine Beschaffenheit ändern (3. pag. 332). An anderer Stelle führt ALBERT die Beobachtung, daß manche Bäume keine oder nur wenig Blüten bilden, auf die Beschaffenheit der Säfte zurück. GOETHE hat später die Blattmetamorphose morphologisch noch viel bestimmter erfaßt und, ganz ähnlich wie ALBERT, die wechselnde Blattbildung mit den durch Filtration in den Knoten immer mehr verfeinerten Bildungsstoffen in Zusammenhang gebracht. Außerdem zieht aber GOETHE auch schon den Einfluß des Lichtes in Betracht. Heute, wo wir wissen, daß das Laubblatt die Bereitung der „feineren" organischen Stoffe erst besorgt, indem es sie mit Hilfe des Lichtes aus Wasser, aus der Kohlensäure der Luft und bestimmten Mineralsalzen des Bodens aufbaut, sehen wir in der Auffassung ALBERTS (der übrigens noch die Lehre von den vier Elementarqualitäten seiner Auffassung vom Pflanzensaft zugrunde legt) doch noch insofern einen berechtigten Kern, als wir die Blütenbildung in eine gewisse Abhängigkeit von dem Mischungsverhältnis des Nahrungssaftes bringen können. Nimmt man bei den Frühjahrstrieben der Schneebeere (*Symphoricarpus racemosus* Michx.) die Blättchen bis zu den Vegetationsspitzen weg, so verjüngt sie sich gleichsam wieder. Den Zustand der „Reife",

die Blüten- und Fruchtbildung, schiebt sie hinaus und läßt ihre Spitzen zu neuen vegetativen Perioden auswachsen unter Verlaubung der Niederblätter und — in den Blütentrieben — teilweise unter Verlaubung der Kelche in den schon angelegten Blütenvegetationspunkten, wobei die übrigen Blütenteile in der Entfaltung mehr oder weniger gehemmt werden (1). Die Verlaubung des Blütenvegetationspunktes scheint durch den Mangel genügenden organischen Baumaterials bedingt zu sein. Da die weiterwachsende Spitze des Sprosses ein kräftiges Anziehungszentrum für die mineralischen Nährstoffe aus dem Boden wird, scheint deren relativer Überschuß (speziell der Stickstoffsalze) die Laubblattbildung zu begünstigen. Der antagonistische Formwechsel (Laubsproß- bzw. Blütenbildung) ist also mit einem Antagonismus des Stoffwechsels zu verknüpfen. KLEBS hatte ja andererseits schon gezeigt, daß die Blütenbildung bei *Sempervivum* an einen relativen Überschuß von Kohlehydraten im Vergleich zu den Stickstoffverbindungen gebunden ist. Da durch Wegnahme der Assimilationsorgane in den weiterwachsenden und in ihren Kelchen verlaubenden Blütentrieben zunächst ein Minimum von Kohlehydraten herbeigeführt wird, ist es ohne weiteres auch verständlich, daß das farbige Perigon und die übrigen Blütenteile graduell in der Entfaltung gehemmt werden. Wo das Perigon bei verlaubtem Kelch noch gebildet wird, verliert es den roten Anhauch, wird bleich und weißlich. Wenn wir so diese Beziehungen zwischen Form und Material feststellen, müssen wir allerdings im Auge behalten, daß die Formbildung mehr die Erfüllung aller durch das Material gegebenen Bedingungen ist und nicht etwa unmittelbar vom Material selbst geleistet wird. Man spricht hier also besser von materialgesetzlichen als kausalgesetzlichen Beziehungen. Zu dieser Unterscheidung nötigen auch neue Untersuchungen über die Gefäßbildung, die an meine Versuche mit *Lantana camara* anschließen. Die Versuche zeigten, daß man durch Änderung der Ernährung und Wasserversorgung die Ausgestaltung der Libriformfasern direkt beeinflussen kann, während die Gefäßbildung mit der Ernährung nicht in eine so eindeutige Abhängigkeit gebracht werden kann. Ich dachte schon bald an einen anregenden Einfluß der Triebspitzen auf die Gefäßbildung. Dieser läßt sich bei *Lantana* sehr gut feststellen, da man hier jederzeit durch Trockenhaltung eine Wachstumshemmung der Triebe und einen Engholzring hervorrufen und dadurch beim neugebildeten Zuwachs (bei Wiederfeuchthaltung) leicht entscheiden kann, ob eine Anregung der Kambiumtätigkeit von oben nach unten fort-

schreitet. Zugleich läßt sich die jeweilig erzielte Vergrößerung der Wasserleitungskapazität durch Summierung der Gefäßquerschnitte der Vergrößerung der Transpirationsfläche zuordnen. Die Untersuchung, die Herr HIRTZ auf meine Anregung hin durchführte, ergab eine überraschend strenge Gleichheit der Proportionen zwischen den Transpirationsflächenvergrößerungen einerseits und den Vergrößerungen der Wasserleitungskapazität am Fuße des Stämmchens andererseits (bis auf die zweite Dezimalstelle genau). Man kann sich diese Proportionalität nur durch einen irgendwie regulierenden Einfluß der Triebspitzen bewirkt denken. Wasser und Nährsalze kommen mehr als Material und Mittel bei der Gefäßbildung in Betracht, aber sie regeln sicher nicht direkt das Ausmaß der Wasserleitungskapazität.

Doch gehen wir auf das Wechselverhältnis von Blatt- und Blütenbildung zurück. Bevor die materialgesetzlichen Beziehungen zwischen der Vegetations- und Reproduktionssphäre nicht genau chemisch untersucht sind, drückt man sich vorsichtiger aus, wenn man den Antagonismus nur einfach charakterisiert: „Eine Blüte, sagt DE CANDOLLE, ist eine Art Rosette oder Endknospe, deren Blätter gewöhnlich quirlförmig stehen und weniger die Ernährung bezweckende Entwicklung erlangen, als gewöhnlich, dagegen aber neue Gestalten annehmen und neue Verrichtungen ausüben. Ist die Vegetationskraft sehr groß, so bleibt eine größere Anzahl Blätter im blattartigen Zustande und die Zweige tragen weniger Blüten; nimmt die Vegetationskraft ab, so streben die oberen Blätter um so eher darnach, sich in Blütenteile umzuformen“ (2. pag. 489). Bei der Schneebeere habe ich dieses Gesetz insofern direkt experimentell bestätigen können, als ich durch Entblätterung die Vegetationskraft in den Spitzen steigerte und dadurch in den schon angelegten Blütenknospen dieser Spitzen eine Verlaubung des Kelches unter mehr oder weniger starker Verkümmerung der übrigen Blütenteile bewirkte. (1).

Zu diesem Versuch mußte nun an einer geeigneten Pflanze auch ein Gegenversuch angestellt werden. Da, wie wir oben gesehen haben, Kelchblätter laubblattartig auswachsen können, ist die Auffassung nicht ungereimt, daß wir sie in ihrer normalen Gestalt als korrelativ bedingte Hemmungsbildungen auffassen. Es bleibt gegenüber den gewöhnlichen Blättern dann zunächst noch der Unterschied, daß diese in der Regel gegenüberstehend oder in Schraubenlinien angeordnet sind, während die Kelchblätter

quirlförmig gestellt sind. Der Unterschied wäre überbrückt, wenn es gelänge, in Zusammenhang mit Hemmungserscheinungen eine kelchähnliche quirlförmige Anordnung von echten Laubblättchen zu bewirken. Dies

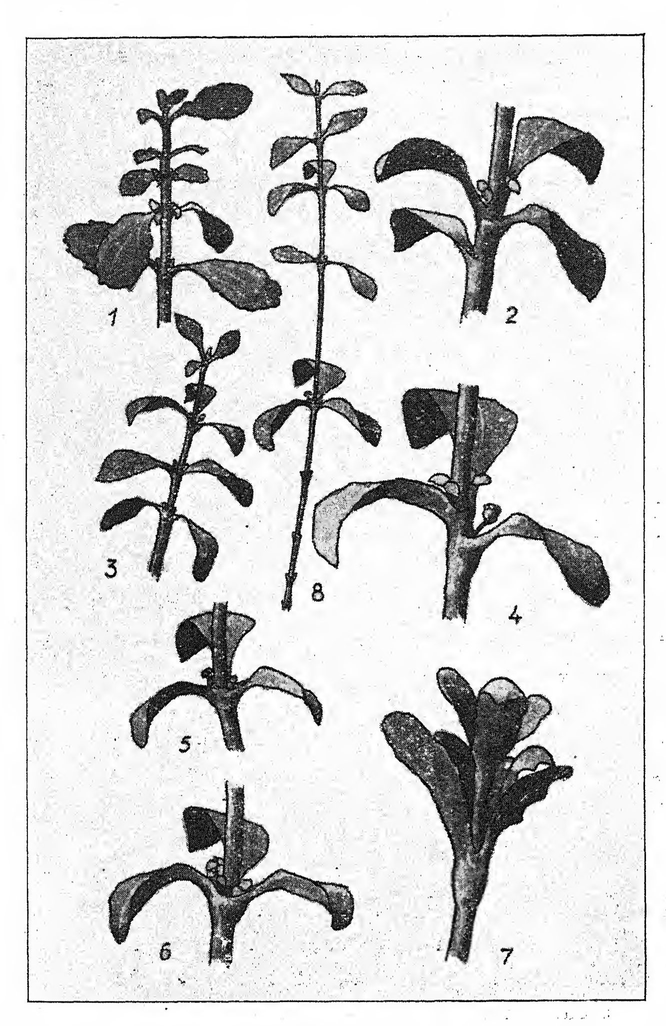


Abb. 1—8

veranlaßte mich zu folgendem Versuch. Ganz selten treten bei *Mimulus Tilingii* statt gegenständiger Blätter dreigliederige Blattquirle auf. Es fragte sich, ob man die Quirle in Zusammenhang mit Hemmungserscheinungen auch künstlich bewirken kann. Zu diesem Zweck kultivierte ich überwinterte Pflanzen im Frühjahr unter Wasser, worin sämtliche Sprosse negativ geotrop nach oben

wachsen. Sie verlängern sich stark und bilden in der Regel mehr Blattpaare aber auch kleinere Blätter aus als die Landpflanzen. Die Verkleinerung der Blätter ist durch die ständige Verlängerung des Stengels und die zudem ungünstigen Ernährungsverhältnisse bedingt. Die Blättchen an der Spitze zeigen infolgedessen schließlich den Charakter typischer Hemmungsbildungen. Am deutlichsten zeigt sich das in ihrer manchmal recht unregelmäßigen Ausbildung, wie sie in Abb. 1 (nat. Gr.) dargestellt ist. Von den zwei gegenüberstehenden Blättchen kann etwa eines oder können beide stark reduziert sein. Es macht den Eindruck, als ob zum harmonischen Auswachsen die Baustoffproduktion nicht mehr ausreicht. Auch abgeschnittene, zu reizphysiologischen Versuchen verwendete Sproßstücke wuchsen „so gut es ging" an der Spitze weiter. Im Zusammenhang damit trat nun auch bei einigen Exemplaren eine quirlförmige Anordnung der im Wachstum gehemmten Blättchen hervor (Abb. 3 u. 8). Hierbei waren fast alle Übergänge vorhanden. Es kann z. B. das Internodium zwischen zwei gegenständigen Blattpaaren stark verkürzt sein und dabei von dem einen (unteren) Blattpaar ein Blatt zu dem anderen darüber stehenden „hinaufgerutscht" sein, so daß ein dreigliederiger Quirl mit einem darunter sitzenden Blättchen erscheint (Abb. 2, 6fache Vergr.). Es kann aber mit der Zusammenziehung auch ein Ausfall von Blättchen eintreten. Abb. 4 (6fache Vergr.) zeigt eine Zusammenziehung, die nicht mehr aus zwei Blattpaaren, sondern nur aus drei Blättchen zustande kommt, wobei der dreigliederige Quirl noch unvollkommen ist, weil die Blättchen noch nicht streng in einem Kreis stehen. Hier hat auch noch jedes Blättchen seine winzige Achselknospe. Abb. 5 u. 6 (6fache Vergr.) zeigen schon einen vollkommenen dreigliederigen Quirl. Bei diesem ist auch ein Blättchen wie ein Kelchblatt ohne Achselknospe, und zwar das in der Figur hinten stehende. Abb. 7 (2fache Vergr.) zeigt im zweitletzten Knoten einen Quirl mit fünf Zipfeln, bei dem eine weitere Annäherung an die Kelchnatur dadurch zustande kommt, daß die Blättchen am Grund verwachsen sind. Freilich ist die normale Kelchform von *Mimulus* damit noch keineswegs erreicht, und die Zahl der beobachteten Fälle ist auch zu gering, um von einer ganz gesetzmäßig fortschreitenden Metamorphose des Laubtriebes in ein kelchähnliches Gebilde zu sprechen. Eine gewisse Zusammenziehungstendenz in Verbindung mit Hemmungsbildungen tritt bei den beobachteten Fällen allerdings zweifellos hervor. Die Frage ist nur, ob die Verbindung eine kausal korrelative Verknüpfung darstellt. Da bei *Mimulus* ganz selten dreigliederige Quirle auch bei Landexemplaren

auftreten, wäre es auch möglich, daß unter den abnormen Bedingungen der Wasserkultur der „Rückschlag" zu einer früheren Entwicklungsdisposition (zum dreigliederigen Quirl) begünstigt wird. Noch ursprünglicher als der dreigliederige Quirl könnte eine Spiralanordnung der Blätter gewesen sein. Es wäre ein besonderer Triumph des Experiments, wenn es bei einer Pflanze mit quirliger oder gegenständiger Blattanordnung gelingen würde, ganz gesetzmäßig einen Rückschlag zur Spiralanordnung zu bewirken. Für die zuerst von GOETHE eingehend behandelte Spiraltendenz pflanzlicher Entwicklung, wie sie in der Anordnung der Blätter häufig hervortritt, findet man heute interessante Analogien beim Kristallwachstum organischer Kohlenstoffverbindungen, wo in komplizierten Fällen die Anordnung der Moleküle nicht ihrer eigenen Symmetrie gemäß erfolgt, sondern nach dem beliebten Schraubenprinzip. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß das Schraubenprinzip, was die Anordnung der Blätter betrifft, bei vielen Pflanzen das ursprüngliche war und erst später zugunsten einer gegenständigen (oder auch quirligen) Anordnung unterdrückt wurde.

Bei den unter Wasser gewachsenen Exemplaren von *Mimulus* kam es natürlich nie zur Blütenbildung. Die Anhäufung von Assimilaten (Stärke) war infolge der geschwächten Assimilation auch sehr gering. Die Blütenbildung konnte bei einigen Exemplaren im Spätsommer auch dann unterdrückt werden, wenn nur der untere Teil der Pflanze noch unter Wasser gesetzt wurde und die Spitze sich in der Luft (im Freien) kräftig entwickeln konnte. Die nicht zur Hälfte untergetauchten sondern frei wachsenden Parallelexemplare blühten sämtlich.

Wie es gelingt, das Blühen zu verhindern, so kann man auch eine schon ausgebildete Infloreszenz zu kräftiger vegetativer Sprossung bringen. Ich schnitt, nachdem ich den oberen Teil einer Pflanze Wurzeln treiben ließ, diesen Gipfel samt dem Blütenstand ab und pflanzte ihn in gut gedüngten Boden. Es entwickelten sich dann unter sämtlichen schon vorhandenen Blüten in den Achseln ihrer Deckblätter kräftige vegetative Seitensprosse. Die Spitze wurde durch die physiologische Isolierung ein verstärktes Anziehungszentrum für mineralische Nährstoffe aus dem Boden, die nun auch reichlich zur Verfügung standen.

II. Über die Umstimmung des orthotropen und plagiotropen Verhaltens der Hauptsprosse und Ausläufer.

Wie dem Wechsel von vegetativem Wachstum und Blühreife oder von Knospentätigkeit und Knospenruhe gewisse innere Dis-

positionen der Pflanze zugrunde liegen, die unter Umständen künstlich unterdrückt oder gefördert werden können, so ist auch das tropistische Verhalten der Pflanze von Dispositionen abhängig, die im Laufe der Entwicklung entstehen. Der tropistische Funktionskomplex der Pflanze ist nicht selbständig, sondern sein Verhalten ist eine vom Entwicklungsprozeß abhängige Variable, so daß durch Modifizierung der Entwicklung zugleich auch das tropistische Verhalten modifiziert werden kann. Das hatte schon KLEBS klar erkannt.

Einen Antagonismus zwischen geopositiver und geonegativer Krümmungpotenz hatte KLEBS bei *Glechoma*-Ausläufern nachgewiesen. *Glechoma hederacea* entwickelt im Frühjahr orthotrope Blütentriebe, d. h. Sprosse, die infolge ihres negativen Geotropismus sich in die Richtung der Vertikalen stellen, und plagiotrope Ausläufer, die infolge des Ausgleiches zwischen einer geonegativen und geopositiven Krümmungstendenz eine von der Lotrechten abweichende Gleichgewichtslage einnehmen. An den Frühjahrstrieben beobachtete OLTMANNS (6.), daß Ausläuferenden, die in einen dunkeln Kasten eingeführt wurden, sich vertikal aufrichteten und dann am Licht zu einem völlig normalen orthotropen Trieb wurden. Im Sommer gelang der Versuch nicht. Man kann aber, wie KLEBS (4. pag. 92 ff.) zeigte, in anderer Weise bei den Sommerausläufern der geonegativen Tendenz das Übergewicht verleihen, wenn man sie unter Wasser kultiviert. Sie wachsen darin weiter, aber allmählich krümmen sich die neuen Internodien senkrecht aufwärts, bis sie die Wasseroberfläche erreichen. Wenn man bedenkt, daß von den für das Leben notwendigen Gasen, der Kohlensäure und dem Sauerstoff, namentlich der letztere im Wasser nur in geringen Mengen zur Verfügung steht, so liegt es nahe, mit den dadurch veränderten Stoffwechsel- und Entwicklungsbedingungen die veränderte Reaktionsweise in Zusammenhang zu bringen.

Diese Verschiebung des geotropen Verhaltens zugunsten der geonegativen Tendenz konnte ich auch bei den Ausläufern von *Mimulus Tilingii* durch Wasserkultur bewirken. Sowohl überwinterte Pflanzen (von 1926) wie im Frühjahr 1927 gezogene Sämlinge wuchsen unter Wasser gut weiter, und die Ausläufer zeigten dabei nicht die geopositive Tendenz zum Boden (zum Nährsubstrat) hin, sondern wuchsen wie orthotrope Hauptsprosse nach oben. Dabei ist es gleichgültig, ob der Ausläufer horizontal oder vertikal gestellt wurde. Bei den Ausläufern von *Mimulus* erfolgt normal (bei Landkultur) eine Verstärkung der geopositiven Tendenz in Form einer starken Bogenkrümmung zum Substrat hin, wenn die Ausläufer

steil oder senkrecht gestellt werden (Abb. 9, $^2/_3$ nat. Gr.). Bei Wasserkultur überwiegt aber die geonegative Tendenz auch bei einer Aufrechtstellung des Ausläufers, so daß also in jeder Wasserlage die Ausläufer die Richtung eines orthotropen Haupt-

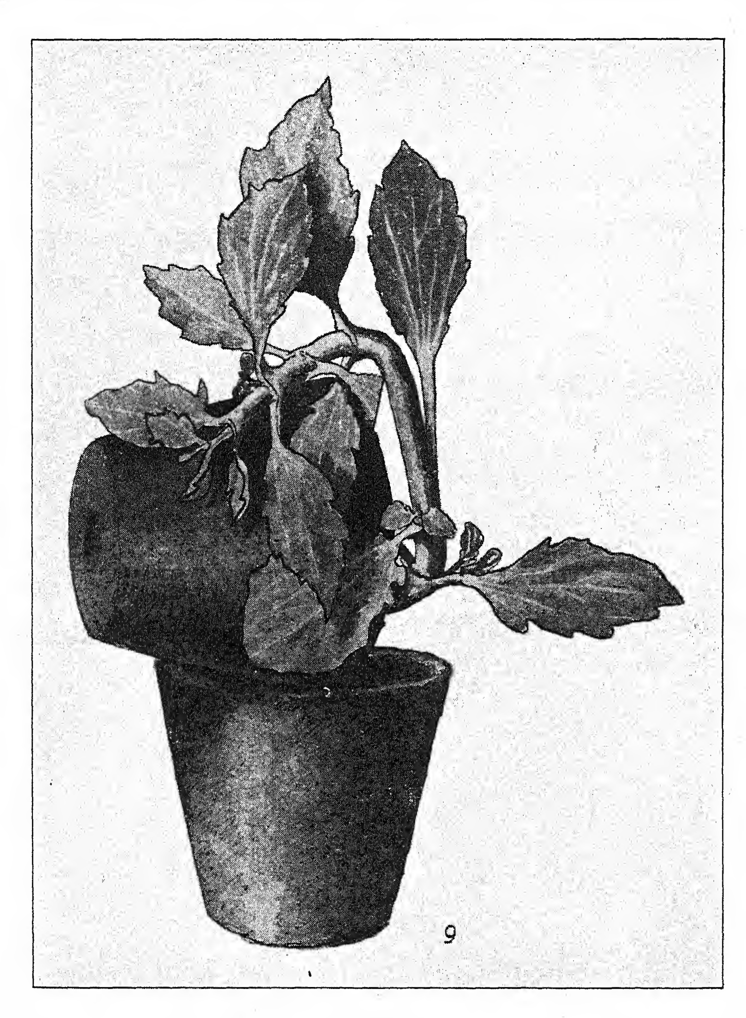


Abb. 9.

sprosses einnehmen. Abb. 10 zeigt das Wachstum eines vertikal gestellten Ausläufers unter Wasser. Setzt man einen in Wasser gewachsenen Ausläufer in vertikaler Stellung wieder ans Freiland, so macht sich die geopositive Tendenz, das Wachstum zum Substrat hin, wieder geltend. Ob die Krümmung aber „zum Ziele führt", hängt vom Entwicklungszustand ab. Das geht aus folgender

Versuchsanordnung hervor. Der obere Teil eines kräftigen Ausläufers, der zunächst unter Wasser orthotrop gewachsen war, wurde senkrecht in einen Topf mit Erde gesteckt. Er entwickelte Wurzeln, aber beim Weiterwachsen machte sich die Ausläufernatur wieder

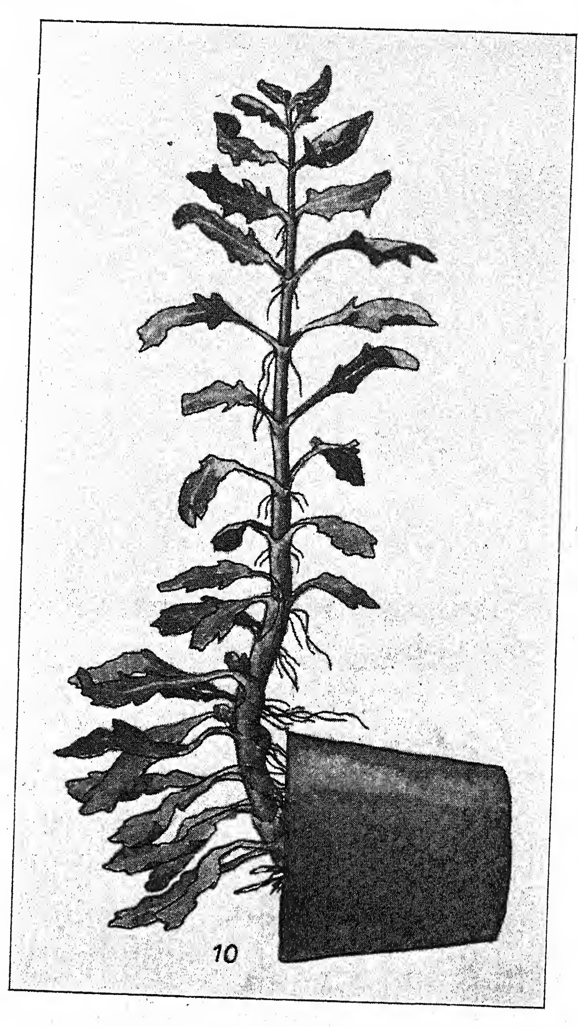


Abb. 10.

geltend. Der Trieb neigte sich nach Bildung einer Rosette zunächst nach vorn, erreichte jedoch nicht die Horizontale, sondern wandte sich alsbald wieder nach oben und wuchs orthotrop weiter. Die Krümmung nach vorn konnte hier gar nicht zum Ziele führen, da der Sproß ja höchstens in der Bodenhorizontalen des Topfes Wurzel fassen konnte, die er aber gar nicht erreichte. Diese Krümmung

war eine zwangsläufige, jedoch in der gegebenen Lage vom ökologischen Standpunkt aus überflüssige Reaktion. Daß die Pflanze nicht wie sonst ein senkrecht gestellter Ausläufer die Substratkrümmung weiterführte, sondern sogar im vorderen Teile rückgängig machte und nach oben wuchs, lag offenbar an ihrem fortgeschrittenen Entwicklungszustand. Auch bei normal stehenden Ausläufern, die über den Topfrand wachsen, geht das Substratwachstum nur so lange vor sich, bis sie in den blühreifen Zustand übergehen. Dann wenden sie sich, auch ohne schon Wurzel gefaßt zu haben, orthotrop nach oben. Die Abhängigkeit vom Entwicklungszustand zeigte sich auch darin, daß im Spätsommer einzelne im Freien unter Wasser gewachsene Ausläufer nicht mehr zu einer starken geonegativen Reaktion zu bringen waren.

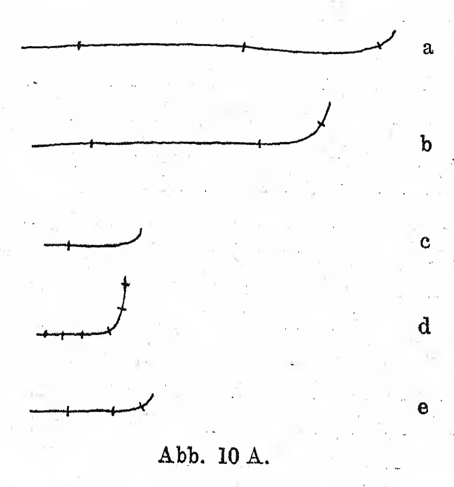


Abb. 10 A.

Da bei einem lang andauernden Wachstum unter Wasser unter den ungünstigen Assimitationsbedingungen die Reservestärke sehr stark abgebaut werden mußte, erschien es nicht ausgeschlossen, daß man die unter Wasser wachsenden Ausläufer auch dazu bringen kann, ihre Statolithenstärke (in der Stärkescheide) anzugreifen. Diese Vermutung bestätigte sich. Die Statolithenstärke war vielfach nur noch ganz in den Spitzen der Triebe zu finden, weiter unten war sie schon abgebaut. In zwei bis drei Fällen, sozusagen beim Erschöpfungsstadium des Triebes, erschien auch die Spitze völlig stärkefrei. Die geotropische Reaktion wurde in zahlreichen Fällen in Zusammenhang mit der Menge und Verteilung der Statolithenstärke untersucht. Die Ausläufer wurden, wie Abb. 10 A, a—e zeigt, horizontal gelegt, und nach 4 Tagen wurde das Ausmaß der Reaktion und die Menge und Verteilung der Stärkekörnchen festgestellt.

Trieb a war absolut stärkefrei, auch in der Spitze. Die geonegative Reaktion an der Spitze war sehr gering (Abb. 10 A, a).

Trieb b zeigte noch Stärke, aber sehr schwach und zwar im obersten Internodium. Eine deutliche Krümmung zeigte sich im zweitobersten Internodium (Abb. 10 A, b).

Trieb c zeigte in der vordersten Krümmungszone des Spitzeninternodiums nur noch wenige ganz winzige Körnchen. Die Krümmung lag ganz an der Spitze (Abb. 10 A, c).

Trieb d zeigte noch im zweitobersten Internodium ganz feine Körnchen, im dritten Internodium nichts mehr. Die steile Aufrechtkrümmung lag in diesem dritten Internodium (Abb. 10 A, d).

Trieb e enthielt relativ viel Statolithenstärke in den drei obersten Internodien, wenn auch die Körnchen sehr klein waren. Gekrümmt war auffallenderweise nur das Spitzeninternodium (Abb. 10 A, e).

Trieb f und g zeigten nur im Spitzeninternodium noch Statolithenstärke und nur dieses war gekrümmt.

Trieb h zeigte gar keine Statolithenstärke mehr, aber das Spitzeninternodium war gekrümmt usw.

Ein direkt gesetzmäßiger Zusammenhang zwischen geotroper Reaktion und Menge und Verteilung der Statolithenstärke ließ sich aus den zahlreichen Vergleichen nicht ableiten, weshalb wir sie nicht alle hier anführen. Merkwürdig ist, daß bei Trieb a und h eine Reaktion nachweisbar war, ohne daß noch Statolithenstärke festgestellt werden konnte. Aber diese konnte gleich nach der Reaktion verbraucht worden sein, so daß ein zwingender Schluß zuungunsten der Statolithentheorie nicht möglich ist. Die sehr schwache Reaktion bei a spricht eher für dieselbe. Merkwürdig ist ferner, daß bei d das stark gekrümmte drittoberste Internodium keine Stärke mehr enthielt. Hier konnte die Reaktion auch von oben durch geotropische Reizstoffe induziert worden sein.

Bei den plagiotropen Ausläufern, wo geopositive und geonegative Tendenz stets nach einem gewissen Gleichgewichtszustand trachten, ist es nicht verwunderlich, daß dieses Gleichgewicht zugunsten der geonegativen Tendenz so verschoben werden kann, daß sie schließlich wie orthotrope Hauptsprosse sich verhalten. Wichtiger ist, daß es mir gelungen ist, eine doppelte Reaktionsfähigkeit auch in den normal orthotropen Hauptsprossen nachzuweisen. Man kann diese durch die äußeren Faktoren derart metamorphisieren, daß sie von Anfang an das plagiotrope Verhalten von Ausläufern zeigen. Dieses gelang mir z. B. dadurch, daß ich die Sämlinge im feuchten Ge-

wächshaus durch Dichtsaat künstlich zum Etiolieren brachte. Die etiolierten Hauptsprosse bilden dann an mehreren Internodien Würzelchen aus und nehmen mehr oder weniger den kriechenden Charakter der plagiotropen Ausläufer an. Die Richtung, in der sich

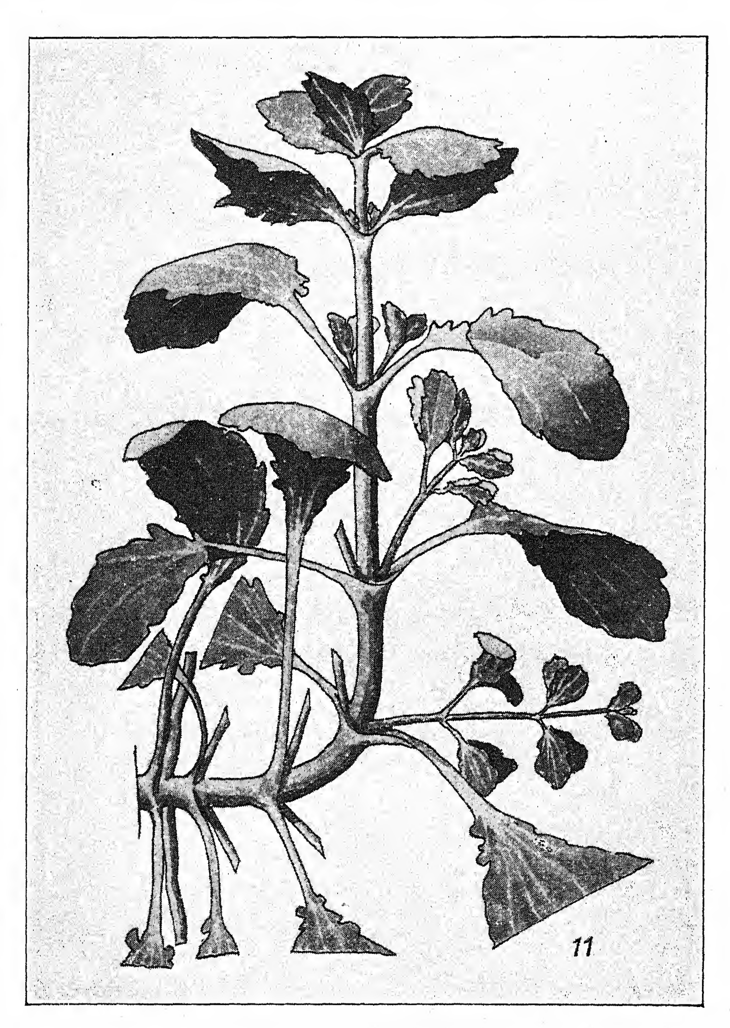


Abb. 11.

der Sproß niederlegt und ausläuferartig weiter wächst, scheint durch seinen positiven Phototropismus mitbedingt. Es gibt nun alle möglichen Übergänge. Normal bildet der Sämling zunächst eine dichte Rosette. Bringt man den normal gewachsenen Sämling in guten Boden, so daß er kräftig wächst, und stellt man ihn gleichzeitig etwas schattig — aber gleichmäßig beleuchtet — so löst sich

die Rosette alsbald etwas auf, und wir erhalten einen kräftig gewachsenen orthotropen Hauptsproß, der bei horizontaler Reizlage eine kräftige geonegative Reaktion zeigt (Abb. 11, $^2/_3$ nat. Gr.). Ein anderer orthotroper Hauptsproß, der in Dichtsaat etiolierte,

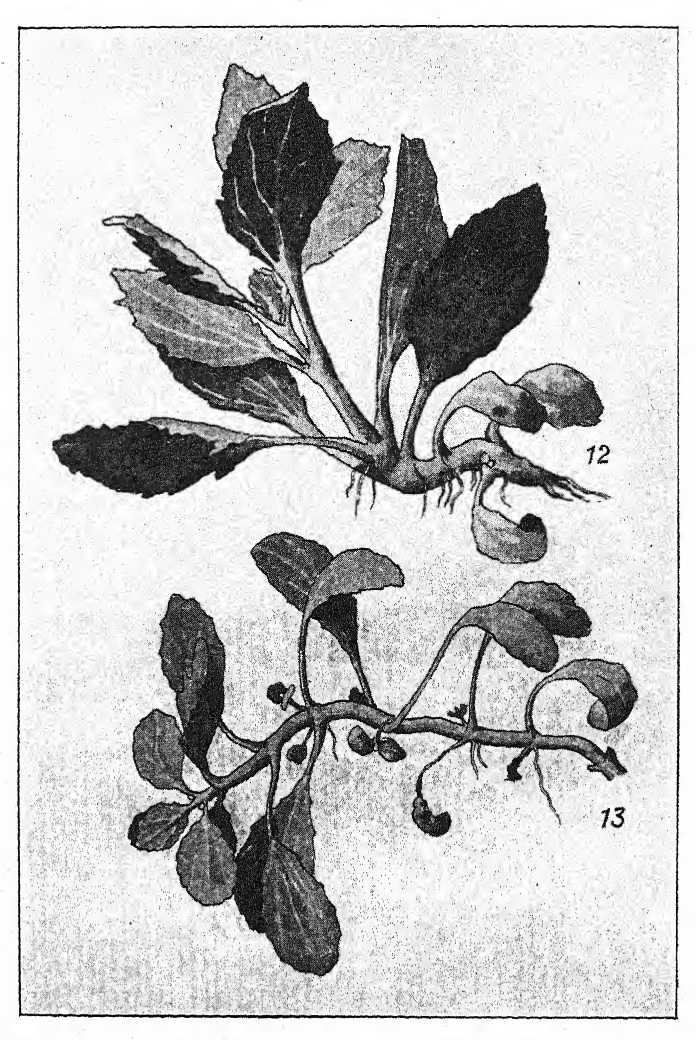


Abb. 12 und 13.

bildete an den Knoten Würzelchen, kroch eine Zeitlang weiter, aber am Ende war schon eine rosettenartige Zusammenziehung in dem kurzen Internodium zwischen zwei Blättern sichtbar. In einen Topf in der kriechenden Lage ausgepflanzt, richtete sich die Spitze alsbald geonegativ auf und wurde zum normalen orthotropen Sproß

(Abb. 12, $^2/_3$ nat. Gr.). Das ausläuferartige Verhalten aber wurde zunächst noch gewahrt bei dem Hauptsproß, wie ihn Abb. 13 zeigt. Hier war noch keine rosettenartige Zusammenziehung an der Spitze bemerkbar. In der kriechenden Haltung in einen Topf ausgepflanzt und zwar so, daß die Spitze über den Topfrand hinausragte, wuchs diese wie eine normale Ausläuferspitze unter Wurzelbildung an den Knoten zunächst noch weiter abwärts. Dasselbe Verhalten zeigt noch ein zweiter ausgepflanzter Trieb. Auch ohne Dichtsaat senkte sich ein einseitig beleuchteter kräftig entwickelter Hauptsproß, der sogar schon eine grundständige Rosette gebildet hatte, unmittelbar über derselben nieder und nahm den Charakter eines plagiotropen Ausläufers an. Er wuchs über den Topfrand hinaus längere Zeit substratwärts, und das zweitletzte Internodium zeigte die typische nach unten gerichtete Konvexkrümmung von Ausläuferinternodien. Durch bestimmte Kombination der Bedingungen ist es also zweifellos möglich, die normal orthotropen Hauptsprosse kürzer oder länger zu einem plagiotropen Verhalten zu bringen. Ökologisch ist diese Umstimmungsmöglichkeit insofern bedeutsam, als der Sproß, erst nachdem er zum Licht günstig steht oder ein günstiges Nährsubstrat gefunden hat, zum zweiten Male Wurzel zu fassen sucht, um dann orthotrop weiterzuwachsen.

Ob die geotropische Bipotenz der Hauptsprosse von *Mimulus Tilingii* auch mit der Stärkescheide zusammenhängt, konnte ich noch nicht ausfindig machen. Die Pflanze scheint aber ein günstiges Objekt zur Entscheidung dieser Frage zu sein. Bei schon verholzten, bald ausgewachsenen Stengeln wird bei horizontaler Reizlage die Aufkrümmung in der Hauptsache durch eine Geowachstumsreaktion der Knoten bewirkt. Man kann die geonegative Aufkrümmung eines kräftigen orthotropen Blütensprosses experimentell dadurch verhindern, daß man die Knoten (die Stellen vorwiegender Reizinduktion) kreuzweise mit der Präpariernadel durchsticht. Der so behandelte Sproß zeigte, mit Ausnahme der weichstengeligen Spitze, deren Internodien sich aufwärts bogen, zunächst keinerlei Aufkrümmung, verhielt sich also wie gelähmt. Wichtig ist nun, daß in den Knoten der innersten Stärkescheideschicht vielfach eine bis mehrere Stärke führende Schichten vorgeschaltet sind, die vermutlich auch für die Reizinduktion in Frage kommen. Genauer habe ich deren Charakter noch nicht untersucht. Für die Statolithentheorie wird es entscheidend sein, zu untersuchen, ob die geotrope „Lähmung" eines Knotens verschieden lange dauert, je nachdem der Stich durch die untere Stärkescheide oder das untere Rinden-

parenchym geführt wird. Über diese Frage sowie über die Beeinflussung des Geotropismus unter Wasser (Abhängigkeit vom P_H, Ca- und K-Gehalt usw.) werden wir später berichten. Außerdem werden wir dann auch die exakte Reizanalyse des bei *Mimulus* so sehr variablen Verhaltens durchführen und uns mit den neueren Untersuchungen von LUNDEGÅRDH, ZIMMERMANN u. a. auseinandersetzen, nachdem ja dieser Bericht nur eine vorläufige Mitteilung der Ergebnisse geben wollte.

Literatur.

1. ANDRÉ, H., Über künstliche Blatt- und Blütenmetamorphosen bei der Schneebeere. Nebst Versuch einer charakterologischen Analyse pflanzlicher Lebensfunktionen. SCHAXELs Abhandlungen zur theoretischen Biologie. Borntraeger 1927.
2. CANDOLLE, A. P. DE, Organographie der Gewächse. Stuttgart und Tübingen 1828 (pag. 489).
3. JESSEN, K. F. W., Botanik der Gegenwart und Vorzeit in kulturhistorischer Entwicklung. Leipzig 1864 (pag. 332).
4. KLEBS, G., Willkürliche Entwicklungsänderungen bei Pflanzen. Jena 1903 (pag. 92ff)
5. OLTMANNS, FR., Über positiven und negativen Heliotropismus. Flora 1897.

58. Hans Heil: Vergleichend-anatomische Studien an Samen von Chamaegigas und verwandten Gattungen.

(Mit Taf. XIV.)

(Eingegangen am 17. September 1927. Vorgetragen in der Oktobersitzung.)

Als ich 1924 den Bau und die Lebensweise der 1906 von DINTER in der Nähe von Okahandya in Deutsch-Südwest-Afrika entdeckten, ökologisch äußerst interessanten Wasser-Scrophulariacee *Chamaegigas intrepidus* Dtr. beschrieb, hatte ich weder Früchte noch Samen gesehen[1]). Trotzdem die Kultur in unserem botanischen Garten ohne Schwierigkeiten gut gelungen war, mußte ich damals schreiben: „Früchte haben unsere Pflänzchen nicht angesetzt. Nach dem Verblühen neigten sich die Kelche auf ihren kurzen Stielchen, die sich scharf krümmten, zwischen zwei Schwimmblättern hinunter in das Wasser. Es ist anzunehmen, daß dort die Frucht ihrer Reife entgegengeht." Einmal ist später im Garten eine Frucht ausgereift, doch gingen die geernteten Samen durch ein Mißgeschick verloren.

Diese Lücke in meiner Untersuchung kann ich nun ausfüllen, da mir Herr DINTER in der Zwischenzeit außer einem weiteren Rasenstück auch reife Samen von *Chamaegigas* in dankenswerter Weise zur Verfügung gestellt hat. Aus dem Rasen konnte ich leider keine Pflanze mehr zum Leben erwecken und meine Hoffnung, die Keimungsgeschichte studieren zu können, wurde zerstört, da sich die Samen als tot erwiesen. Nichtsdestoweniger ergibt sich aus dem anatomischen Studium der Samen manches Interessante, was meine Auffassung von der systematischen Stellung von *Chamaegigas* zu stützen geeignet ist.

Zum Vergleich wurden die Samen folgender Arten untersucht:

Chamaegigas intrepidus Dtr. nach Material vom Autor.

Lindernia pyxidaria All. nach Material aus dem Herbarium des botanischen Institutes.

Limosella aquatica L., ebenfalls nach Herbarmaterial aus dem Institut.

Gratiola officinalis L. nach Material aus dem botanischen Garten.

---

1) HEIL, HANS, *Chamaegigas intrepidus* Dtr., eine neue Auferstehungspflanze. (Beih. z. Bot. Centralbl. Bd. XLI [1924] Abt. I, S. 41—50, mit 4 Tafeln.)

Die Samen ließen sich nach Eindrücken in erwärmtes Paraffin mit dem Rasiermesser gut schneiden, sodaß auch von dem winzigen *Lindernia*-Samen brauchbare Längs- und Querschnitte erhalten wurden.

Chamaegigas hat die größten Samen von den untersuchten Formen. Die Länge beträgt durchschnittlich 1150 μ, die Breite etwa 350 μ. Die Gestalt ist von der Seite gesehen etwa langelliptisch (Fig. 1). An dem einen Ende ist der Funikulus als ausgezogenes Gebilde deutlich zu erkennen. Auch durch seine weißliche Farbe fällt er gegenüber der dunkelbraunen Samenschale auf. Bei stärkerer Vergrößerung und besonders im Querschnitt erkennt man, daß der Same durchschnittlich 12 Kanten hat (Fig. 7). Die zwischen je 2 Kanten liegenden etwas eingesattelten Flächen werden aus den Epidermiszellen des einen Integumentes gebildet. Jede der 12 Flächen besteht aus einer Reihe Testazellen, die senkrecht zur Samenlängsachse gestreckt sind und mit ihren Längsseiten aneinanderliegen. Die Länge dieser Zellen beträgt etwa 110 μ, die Breite 20 μ. Ihre braunen, in der Flächenansicht gerade verlaufenden Zellwände sind im Samenlängsschnitt nach innen U-förmig verdickt (Wanddicke bis 4 μ). Die verdickten Wände färben sich mit Sudan III dunkelrot. Gegen das Sameninnere ist diese Schicht durch eine starke ungefähr 1,5 μ dicke Kutikula abgegrenzt, die nach Vorbehandlung mit Chromsäure (2½ Std.) und Nachbehandlung mit Jod und Schwefelsäure nach vorherigem Auswaschen als gelbe Schicht deutlich zutage tritt (Fig. 5 u. 13)[1].

Unter dieser Kutikula liegt das Endosperm, das in der Samenmitte 5 bis 7, nach den Enden zu etwa 3 Zellschichten mächtig ist. Die Größe der Endospermzellen nimmt von außen nach innen ab; ihre Gestalt ändert sich allmählich von der kubischen nach der axial gestreckten, sodaß die Abgrenzung des Endosperms gegen den Embryo hin durch schmale, langgestreckte Zellen erfolgt. Die weißglänzenden Zellwände fallen besonders in den äußeren Teilen des Endosperms durch ihre Verdickungen auf. Sie erscheinen in den Schnitten stark und unregelmäßig knotig (Fig. 12 u. 13). Besonders häufig sind die Ecken der Wände verstärkt, sodaß manchmal der Eindruck eines Kollenchyms entsteht, was an den Längsschnitten am besten zu erkennen ist (Fig. 13). In warmer Schwefelsäure lösen sich die Verdickungen auf und lassen sich während der vorhergehenden Quellung durch Jod blau färben.

---

1) Methodik s. NETOLITZKY, F., Kritisches über die Anatomie offizineller Samen und Früchte. (Pharm. Monatshefte 1925.)

Es handelt sich um typische Reservezelluloseauflagerungen. Die Zellinhaltsbestandteile des Endosperms sind, nach den ausgeführten Reaktionen zu schließen, mannigfaltiger Natur. MILLONs Reagens läßt hellziegelrot gefärbte, desorganisierte Aleuronmassen erkennen. Mit Alkanna färben sich die fetten Reservestoffe intensiv rot. Jodjodkalium zeigt durch alle Endospermschichten 3 bis 4 μ dicke Stärkekörner an.

Der Embryo liegt walzenförmig gestreckt in dem Endosperm (Fig. 5). Er erscheint leicht gekrümmt, an den Enden abgerundet und nach dem Kotyledonenende zu ein wenig verdickt. Seine Länge beträgt durchschnittlich 920 μ, seine Breite in der Mitte 144 μ. Die Radikula ist gut ausgebildet, die Epidermiszellen heben sich deutlich von den in axialer Richtung abgeflachten Zellen des Innern ab. Die Plumula ist schwach angedeutet, die beiden Kotyledonen sind etwa 350 μ lang. Der ganze Embryo hebt sich mit etwas trüber bräunlichgrüner Farbe von dem hellen Endosperm ab. Die Zellwände des inneren Gewebekörpers sind gleichmäßig dünn, die Begrenzungswände nach außen eine Spur dicker. Die Inhaltsbestandteile färben sich mit Alkanna und Sudan III rot, bestehen also aus fetten Ölen. Die Öltropfen kann man besonders schön sichtbar machen, wenn man mit Chromsäure die Zellwände des Embryos weglöst; dann bleiben die Ölkugeln übrig, die die Gestalt des ganzen Embryos bezeichnen. Stärke enthält der Embryo keine, wie die Jodprobe zeigt.

Limosella aquatica entwickelt Samen, die von den hier behandelten zwar in ihrer Größe, aber nicht in ihrer äußeren Gestalt denen von *Chamaegigas* am nächsten stehen. Sie sind von W. ELFERT 1895 untersucht und beschrieben worden[1]). Im folgenden bringe ich eine eingehendere Nachuntersuchung, die die kurzen Angaben ELFERTs im wesentlichen bestätigt. Der Same ist durchschnittlich 600 μ lang und 270 μ breit. An beiden Enden ist er im Gegensatz zu dem von *Chamaegigas* zugespitzt (Fig. 3). Wie dort fällt auch hier auf der einen Seite ein allerdings kleinerer Funikulus auf. Im allgemeinen hat der *Limosella*-Same 6 Rippen, zwischen denen nach innen gewölbte Flächen liegen, die, wie ELFERT treffend sagt, „den Anblick eines Wellblechs" darbieten (Fig. 10). Diese bestehen wie bei *Chamaegigas* aus quer zur Längenausdehnung des Samens gelagerten Integumentzellen, die eine Länge von 110 bis 140 μ und eine Breite von 20 bis 30 μ haben. Die Innen-

1) ELFERT, W., Morphologie und Anatomie der *Limosella aquatica*. (Inaug.-Dissert. Erlangen 1895.)

wände dieser einzig übriggebliebenen Schicht des einen Integumentes sind bis auf etwa 4 μ verdickt und bestimmen durch ihre dunkelrotbraune Färbung die Farbe des Samens. Über dieser Schicht, deren zellige Struktur noch deutlich zu sehen ist, liegt oft ein hautartiger Überzug, über dessen Herkunft ich nichts Sicheres aussagen kann, da ich alle hier mitgeteilten Untersuchungen leider nicht entwicklungsgeschichtlich durchführen konnte. Es wird sich vermutlich um die degenerierten, dünnen Außenwände der Außenepidermis des Integumentes handeln, vielleicht auch um Reste der Außenkutikula. Die etwa 1,5 μ dicke Innenkutikula bildet die Grenze gegen das Endosperm.

Das Endosperm besteht aus 3, seltener 2 gutausgebildeten Zellschichten. Als innerste Abgrenzung gegen den Embryo folgen axial sehr gestreckte, dünnwandige Zellen, die einen ziemlich degenerierten Eindruck machen. Die weißglänzenden Wände der intakten äußeren Schichten sind ungefähr 3 bis 4 μ dick, die Außenwände unter der Kutikula bis 5 μ, am Kotyledonenende des Samens sogar bis 10 μ mächtig. Am Radikulaende sind die Endospermzellwände im allgemeinen etwas dünner. Sie zeigen bei geeignetem Präparat zarte Appositionsschichten. Doch handelt es sich hier wohl nicht um Reservezellulose wie bei *Chamaegigas*, da Schwefelsäure keine Lösung, sondern nur Quellung hervorruft. Auch fehlen die charakteristischen knotigen Verdickungen. Die Proteïnfärbung des Inhaltes ist hier nur schwach, Jodjodkalium zeigt in den äußersten Endospermzellagen keine, in den übrigen nur äußerst wenig Stärke an. Alkanna hingegen verursacht eine starke Rotfärbung des Inhaltes; nach Druck auf das Objekt quellen überall aus dem Endosperm rote Ölkugeln hervor.

Der gestreckte, im Längsschnitt elliptische Embryo mißt in der Länge etwa 365 μ und in der Breite 125 μ. Er ist meist gerade, selten schwach gekrümmt (Fig. 4). In seiner Lage paßt er sich der Form des Samens an und hebt sich durch seine gelblichgrüne Farbe deutlich von dem glänzendweißen Endosperm ab. Die Radikula ist gut ausgestaltet. Unter ihrer Epidermis liegen 5 Schichten axial flacher Zellen, die die langgestreckten Zellen des innersten Gewebekomplexes umgeben. An der Spitze der Radikula sind einige (etwa 8 bis 9) Epidermiszellen tangential geteilt; vielleicht die Anlage der Kalyptra. Die Plumula ist als kleines Kegelchen deutlich ausgebildet. Die beiden Kotyledonen messen etwa 140 μ in ihrer Länge. Die Zellwände sind gleichmäßig dünn. Der Inhalt besteht zum großen Teil aus fetten Reservestoffen, die sich mit Alkanna gut färben lassen.

Lindernia pyxidaria besitzt sehr kleine Samen von heller fahlbrauner Farbe. Ihr Äußeres ist von URBAN 1884 beschrieben worden[1]). Dort ist auch auf die ältere Literatur hingewiesen. Eine Abbildung des Samens, die aber leider nicht ganz der Natur entspricht, bringt HEGI[2]). Die unregelmäßig elliptischen, auf beiden Seiten abgerundeten Samen haben eine Länge von durchschnittlich 350 bis 390 μ und eine Breite von 175 bis 200 μ (Fig. 2). Der Funikulus ist nicht so deutlich erhalten wie bei den beiden Vorigen. Die Samen tragen meist 5 stumpfe Rippen, zwischen denen die früheren Integumentzellen in vollständig degeneriertem Zustand liegen (Fig. 8). In der Aufsicht kann man die Zellgrenzen gerade noch als feine Linien erkennen, im Längs- und besonders im Querschnitt erscheint diese Schicht als hautartiger, gelblichbräunlicher, etwa 2 μ dicker Überzug, der auf seiner Oberfläche rauhe Körnung zeigt (Fig. 9). Ab und zu befinden sich auf dieser Haut noch Reste der vollständigen Zellwände, die dann im Längsschnitt wie Ringe auf der Samenoberfläche stehen. Die Abgrenzungen in dieser Testahaut verraten, daß den sie liefernden äußeren Epidermiszellen eine Länge von 30 bis 50 μ und eine Breite von 26 μ zukommt. Gegen das Endosperm grenzt sich die Testa durch eine zarte, unter 1 μ dicke Kutikula ab.

Unter der Testa laufen in der Regel 1 bis 2 gutausgebildete Endospermschichten fast um den ganzen Embryo herum (Fig. 8). Die innersten Endospermzellen hingegen sind wie bei den Samen der vorhergehenden Arten unansehnlich, in die Länge gezogen und radial zusammengedrückt. Die Zellwände der äußeren Schicht erreichen eine Dicke von 3 bis 4 μ, nach außen unter der Kutikula sogar bis 6 μ und erscheinen weißglänzend. Schwefelsäure bewirkt Quellung der Wände, ohne sie aufzulösen. Als Zellinhaltsbestandteile finden sich Proteïnstoffe (MILLON-Reaktion) und reichlich fettes Öl (Alkanna). Stärke läßt sich keine nachweisen.

Der durchschnittlich 300 μ lange und 90 μ breite Embryo ist fast gerade (Fig. 6). Seine Radikula ist gut ausgebildet, am Ende oft etwas zugespitzt und von einer deutlichen Epidermis überzogen. Die Plumula ist nicht so deutlich ausgebildet wie bei *Limosella*. Die beiden wohlgestalteten Kotyledonen haben eine Länge von ungefähr 130 μ. Durch seine helle schmutziggelbgrüne Farbe hebt sich der Embryo etwas von dem Endosperm ab. Der

1) URBAN, I., Studien über die Scrophulariaceen-Gattungen *Ilysanthes*, *Bonnaya*, *Vandellia* und *Lindernia*. (Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. Bd. II, S. 429.)

2) HEGI, G., Illustrierte Flora von Mittel-Europa. Bd. VI, 1. Hälfte, Fig. 24 e.

Inhalt seiner dünnwandigen Zellen besteht aus Proteïnstoffen, die sich mit MILLONs Reagens gelblich, mit Jodjodkalium intensiv gelb färben. Außerdem zeigt Alkanna sehr viel fettes Öl an. Die Zellen sind vollständig stärkefrei.

Gratiola officinalis steht den besprochenen Gattungen in ihrer Verwandtschaft zwar etwas ferner, ist aber in der VON WETTSTEINschen Bearbeitung[1]) für die Benennung der Gruppe ausschlaggebend, in die *Limosella* und *Lindernia* und von mir auch *Chamaegigas* gestellt sind. NETOLITZKY bringt einige Angaben über den *Gratiola*-Samen mit einer Abbildung von Außenepidermiszellen und weist auf weitere Literatur hin[2]). Die Samen weichen von den bisher besprochenen dadurch wesentlich ab, daß die „wellblechartige" Struktur der Oberfläche fehlt. Die Zellen der Außenepidermis sind hier bei Aufsicht in der Längsachse des Samens gestreckt oder wenigstens quadratisch. Die verdickten Innenwände sind typisch rauh körnig, wie es auch NETOLITZKY erwähnt. Unter diesen Zellen sitzt eine dicke Kutikula (Fig. 11). Nach Chromsäurebehandlung und Reaktion mit Jod erscheinen sowohl die Kutikula als auch die dicken Wandreste der Außenepidermis gelb, sodaß man wohl eine Verkorkung der Testazellwände annehmen darf. Das Endosperm fand ich aus mehreren Schichten bestehend im Gegensatz zu der Angabe bei NETOLITZKY. Allerdings zeigt die äußerste Schicht größere, geradwandige, kubische Zellen, während die darunter liegenden radial zusammengedrückt und degeneriert erscheinen. Der Embryo ist gut ausgebildet. Die Reservestoffe in Endosperm und Embryo bestehen aus fettem Öl. Stärke fehlt vollständig.

Vergleichend betrachtet, steht der Same von *Chamaegigas*, abgesehen von dem Größenunterschied, dem von *Lindernia* durch seine an beiden Seiten abgerundete Gestalt am nächsten. Die größeren Ausmaße bedingen die größere Anzahl der Rippen, da die dazwischenliegenden Zellen nicht über ein Höchstmaß (hier etwa 140 μ Länge) hinausgehen. Den drei erstgenannten Arten ist gemeinsam die wellblechartige Struktur der etwas konkaven Seitenflächen gegenüber den längsgestreckten Testazellen von *Gratiola*. Charakteristisch ist bei allen die Verdickung der Epidermiszellböden und — wenn vorhanden — der Radialwände. Die Wände zeigen positive Reaktionen auf Verkorkung. Bei *Gratiola*

---

1) ENGLER-PRANTL, Die natürlichen Pflanzenfamilien. 1. Aufl., IV. Teil, 3. Abt. b.

2) NETOLITZKY, F., Anatomie der Angiospermen-Samen. Berlin 1926.

und *Lindernia* sind diese Wände rauh punktiert. Das Endosperm ist stets mehrschichtig je nach der Samengröße, bei *Gratiola* und manchmal auch bei *Lindernia* ist allerdings nur die äußerste Zellschicht gut ausgebildet. Als Reservestoff findet sich im Endosperm überall fettes Öl und Proteïn, bei *Limosella* und ganz ausgeprägt bei *Chamaegigas* kommt Stärke vor. Als Besonderheit besitzt das Endosperm von *Chamaegigas* reichlich Reservezellulose, die als auffällige Wandverdickung abgelagert ist. Vielleicht hängt die bessere Ausstattung mit Reservestoffen mit der absonderlichen Lebensweise dieser Pflanze zusammen. Die Embryonen der untersuchten Formen sind fettreich und stärkefrei. Ihre Gestalt ist gerade bis schwach gekrümmt mit guter Gliederung.

Von NETOLITZKYs „Idealtypus" der Scrophulariaceen (Anatomie S. 46 u. 283) weicht die betrachtete Gruppe dadurch ab, daß die Innenepidermis des Integumentes gänzlich verschwunden ist, wenn die Annahme zutrifft, daß die Testaschicht aus der Außenepidermis hervorgeht. Außerdem fehlt im allgemeinen dem Scrophulariaceenendosperm die Stärke, die nur für *Pedicularis* u. a. „in Spuren" angegeben wird.

Darmstadt, Botanisches Institut.

Figurenerklärung zu Tafel XIV.

Fig. 1, 5, 7, 12, 13. *Chamaegigas intrepidus.*
Fig. 3, 4, 10. *Limosella aquatica.*
Fig. 2, 6, 8, 9. *Lindernia pyxidaria.*
Fig. 11 *Gratiola officinalis.*

Fig. 1, 2, 3. Samen in etwa 72facher Vergrößerung.
Fig. 4, 5, 6. Samenlängsschnitte mit den Embryonen (LEITZ Apochrom. 16 mm; Okular 0).
Fig. 7, 8, 10. Samenquerschnitte (LEITZ Objektiv 4; Okular 4).
Fig. 9, 11, 12. Äußere Teile der Querschnitte stärker vergrößert (LEITZ Objektiv 9; Okular 0).
Fig. 13. Äußerer Teil eines Samenlängsschnittes (Objektiv 9; Okular 0).

---

e = Embryo, end = Endosperm, fu = Funikulus, k = Kutikula, st = Stärkekörner, t = Testa.

Alle Figuren sind mit Hilfe eines Zeichenprismas entworfen.

59. R. Pilger: Über die Blütenstände und Ährchen der Bambuseen-Gattung Guadua Kunth.

(Mit 2 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 20. September 1927. Vorgetragen in der Oktobersitzung.)

Bei den Gramineen sind bekanntlich die Deckblätter sowie die Vorblätter der Zweige der Infloreszenz gewöhnlich vollständig rückgebildet; an einem Halm mit endständiger Rispe (diese mit endständigem Ährchen), an dem also Laubblätter sowie Hüllspelzen und Deckspelzen des terminalen Ährchens an derselben Achse stehen, klafft zwischen den Blättern und den Spelzen eine Lücke ohne Übergangsgebilde zwischen beiden Formen (vgl. EICHLER, Blütendiagramme I, 129, Anm. 2: „Es ist das jedenfalls ein eigenthümliches Verhalten, dieser fast spurlose Abort der Hochblätter unter den Zweigen, und ihr plötzliches, durch keinen Übergang vermitteltes Auftreten am Gipfel der Infloreszenz“). Wegen des Fehlens der Brakteen und Vorblätter an den Zweigen bilden die Ährchen mit ihren zusammengedrängten Spelzen eine wohl charakterisierte Einheit; an den Ährchen sind gewöhnlich wieder die Hüllspelzen und Deckspelzen scharf geschieden, trotzdem sie Schuppenblätter (morphologisch gleich Blattscheiden) an derselben Achse sind; so fehlen den Hüllspelzen die an den Deckspelzen so häufig entwickelten Grannen. Dieser Unterschied ist biologisch bedingt: die Hüllspelze (gluma vacua) hat kein Achselsprößchen, die Deckspelze bildet wiederum mit ihrem Achselprodukt, der Vorspelze und der Blüte (resp. Frucht), eine Einheit, den „flosculus“ der älteren Autoren. Bei den Festuceae usw. zerfällt das Ährchen, wobei die Einheit von Deckspelze und Vorspelze erhalten bleibt; beide fallen mit der von ihnen umhüllten Frucht zusammen ab, die Deckspelze trägt auch die Verbreitungseinrichtungen, die Grannen oder Haare usw. Der Unterschied zwischen Hüllspelzen und Deckspelzen geht schon bei den Paniceae verloren, bei denen die Ährchen im ganzen abfallen, was biologisch verständlich ist, da das ganze Ährchen nur eine Frucht enthält, also nicht wie bei den Festuceae mehrere Früchte getrennt zu werden brauchen (bei den Agrostideae, deren einblütige Ährchen durch Reduktion aus dem Festuceen-Typus entstanden sind, zerfällt das Ährchen, doch gibt es auch schon Ausnahmen, wie *Polypogon*, wo das Ährchen

im ganzen abfällt). Bei *Panicum* sind drei leere Spelzen vorhanden, die in ihrer Beschaffenheit von der eine Einheit bildenden Deck- und Vorspelze abweichen; nun kann die dritte Spelze aber auch ein Achselprodukt mit Vorspelze und männlicher Blüte hervorbringen (besonders z. B. Arten von *Setaria* und *Pennisetum*), wobei die beiden Spelzen aber in ihrer Textur von der harten Deckspelze und Vorspelze, die die Frucht umhüllen, verschieden bleiben. Dann kann aber die dritte Spelze auch (bei der Gattung *Isachne*) in ihrer Achsel eine Vorspelze und eine zweigeschlechtliche Blüte tragen; in diesem Falle wird sie, da auch hier eine Frucht geschützt werden muß, mit ihrer Vorspelze verhärtet, und zwei gleiche Einheiten von Deck- und Vorspelze sind vorhanden. Bei Bambuseen-Gattungen (z. B. *Arthrostylidium*) können an der Basis des Ährchens leere Spelzen in größerer Zahl vorhanden sein (flosculi unipaleacei der älteren Autoren), oder selten können bei anderen Gattungen die Hüllspelzen ganz fehlen (*Coleanthus*). Hüllspelzen und Deckspelzen sind morphologisch gleichwertig, sie unterscheiden sich durch das Fehlen oder Vorkommen eines Achselsprößchens mit einer einzelnen Blüte. Wesentlicher kann ein anderer Unterschied werden, der nur selten realisiert ist. In der Achsel von unteren Spelzen einer kurzen Achse, die weiter oben Deckspelzen trägt, können sich Sprosse entwickeln, die nicht nur eine Blüte wie bei den Deckspelzen, sondern etwa ein ganzes Ährchen hervorbringen, also mit anderen Worten, das Ährchen kann sich aus den Hüllspelzen weitergehend verzweigen. Mit dieser Verzweigung, wie sie bei Bambuseen vorkommt, wird die Einheit des Ährchens, die bei den anderen Gräsern so klar hervortritt, gestört. Es finden sich über diese Tatsachen, sowie über das Auftreten von Brakteen und adossierten Vorblättern in derartigen Blütenständen meist nur sehr vage Bemerkungen in der Literatur; die Blütenstände werden etwa in der Flora brasiliensis oder anderen Werken nur äußerlich beschrieben, und es findet sich die Angabe der glumae gemmiparae. Die beste Diskussion über das Verhältnis der Hüllspelzen (glumae) zu den Deckspelzen (paleae inferiores) findet sich in der ausgezeichneten und für die Morphologie des Gramineen-Ährchens grundlegenden Arbeit von ROEPER: Zur Flora Mecklenburgs II (1844), 144—152, der auch schon zwei Fälle von Verzweigung aus den Spelzen der Ährchen bei Bambuseen beschreibt. Er betrachtet die Glumae als Blütenstandsdeckblätter, als Deckblätter von Seitenährchen, die höchst selten zur Ausbildung gelangen. Die Seitenährchen haben wieder zwei Glumae, in deren Achseln der Anlage noch gleichfalls Ährchen vorhanden sind. „Es würde demnach ein vollkommen

entwickelter Grasblüthenstand (wie er potentia in jedem *Bromus*- oder *Poa*-Ährchen vorhanden ist) die Gestalt einer cyma dichotoma annehmen. . . . .“

Ein sehr übersichtliches Bild der Entwicklung einer Infloreszenz, in der Brakteen und Vorblätter vorhanden sind, zeigt eine von mir neu beschriebene Art von *Guadua* aus dem östlichen Peru, *G. Tessmannii* Pilger. (Über die Beschreibung der Art vgl. Notizbl. Bot.

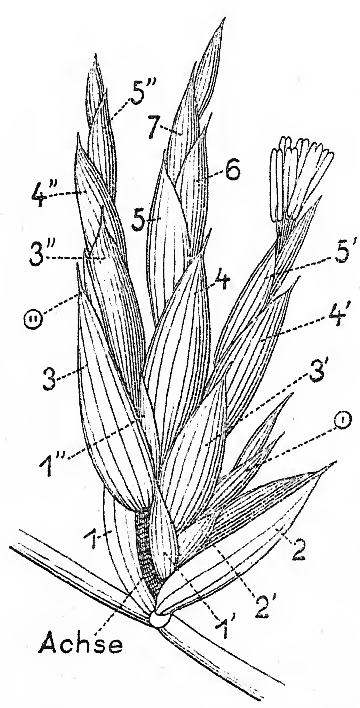


Abb. 1. Seitliche Ährchen-Grüppe von *Guadua Tessmannii* (vgl. Text).

Gart. Mus. Berlin-Dahlem X, Nr. 91 [1927], 124—126, wo die diagnostischen Merkmale verglichen werden können.) Die Ährchen stehen bei dieser Art in kleinen dichten Gruppen, die an der Spindel des schmalen Blütenstandes locker angeordnet sind, ein Ährchen ist terminal. Eine solche Gruppe zeigt Abb. 1. Der Zweig, der mit dem Blütenstand endet, trägt unten Laubblätter, die ziemlich dicht stehen, so daß die schmalen eng anliegenden Scheiden zum Teil übereinander fallen. Sowie nun weiter nach oben zu aus diesen Laubblättern Brakteen werden, wird die Spreite verkürzt,

die Scheiden werden kürzer als die Internodien und breiter kahnförmig; die in ihren Achseln entwickelten Gruppen lösen natürlich die Scheiden von den Internodien ab, so daß diese frei zutage treten. Die unterste Ährchengruppe kann noch in der Achsel richtiger Laubblätter sitzen (Scheide 1,5—2 cm, Spreite 4—4,5 cm); die oberen kahnförmigen breiteren Scheiden sind 1,5—2 cm lang, die Spreiten werden allmählich zu kleinen Stachelspitzen verkürzt, wie sie auch an den Hüll- und Deckspelzen vorhanden sind. Ein etwa 5 mm langer Spreitenrest an einer Braktee ist derb, in eine Stachelspitze ausgezogen, die Ränder sind eingekrümmt; man wird an das Bild einer kurzen Endgranne erinnert. So kommen wir von den Laubblättern im allmählichen Übergang zu den Hüllspelzen des Endährchens am Blütenstand. Das Ährchen hat zwei leere Hüllspelzen von 15 mm Länge, dann folgen mehrere (etwa drei, 15,5 mm, 15 mm, 13 mm lange) Deckspelzen mit Vorspelzen und Blüten. Die Internodien zwischen den beiden Hüllspelzen sowie zwischen der zweiten Hüllspelze und der untersten Deckspelze sind ganz verkürzt, die Internodien zwischen den Deckspelzen sind etwa 6 mm lang. Über der obersten Deckspelze folgt ein etwa 7 mm langes Internodium, das eine 9 mm lange Spelze trägt, die um das ganze Achsenende tütenförmig herumgerollt ist (spicula sursum imperfecta). Wir finden in der Spelze eine rudimentäre Vorspelze, dann ein 2 mm langes Internodium mit einer 5 mm langen leeren Spelze, in dieser wiederum ein 1,5 mm langes Internodium mit 2 mm langer Spelze, in dieser schließlich das Achsenende als kleines stumpfes Spitzchen; die Einrollung der Spelzen wechselt, also abwechselnd deckt der rechte oder linke Rand. Das Endährchen ist also normal gebaut, die Hüllspelzen, zu denen die Übergänge von den Laubblättern aus hinführen, sind (in den untersuchten Fällen) steril.

Betrachten wir nun den Aufbau einer gut entwickelten seitlichen Gruppe des Blütenstandes (Abb. 1), von der Abb. 2 ein Schema gibt (die Braktee, in deren Achsel die ganze Gruppe steht, ist weggelassen). An der Hauptachse der Gruppe stehen 7 Schuppenblätter, dann folgt ein Achsenende$^{\times}$ mit der tütenförmig eingerollten Spelze, die (wie beim terminalen Ährchen beschrieben) mehrere kleine Spelzen einschließt. Blatt 1 ist ein adossiertes Vorblatt, am Grunde der Achse der Braktee gegenüberstehend, scharf 2kielig, dann noch mit mehreren feinen Nerven, bis 9—10 mm lang. Blatt 2—7 gleichen sich in der Form, es sind derbe, vielnervige, kahnförmige Spelzen von 12—14 mm Länge. Die Länge der Internodien zwischen den

einzelnen Spelzen beträgt an der in Abb. 1 dargestellten Gruppe: 7 mm zwischen 2 und 3, 3 mm zwischen 3 und 4, 1 mm zwischen 4 und 5, 6 mm zwischen 5 und 6, 7 mm zwischen 6 und 7, 4 mm zwischen 7 und dem Achsenende. Spelze 2 und 3 bringen aus der Achsel Seitenzweige hervor, deren Beschreibung unten folgt; Spelze 4 ist leer, von 5 nur durch ein ganz kurzes Internodium getrennt. Die Spelzen 5, 6, 7 enthalten eine zweikielige Vorspelze

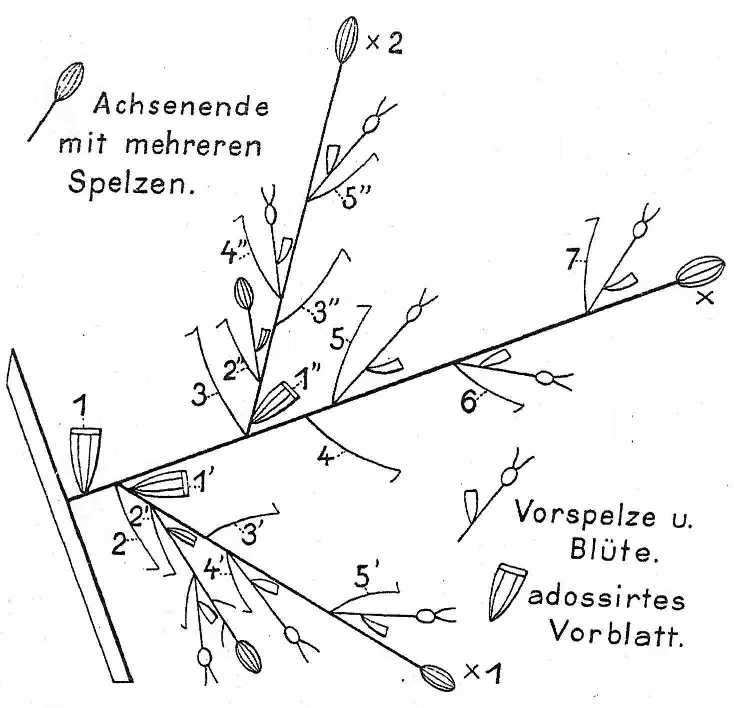


Abb. 2. Schema der in Abb. 1 dargestellten Ährchen-Gruppe.

und eine zweigeschlechtliche Blüte. Der erste Seitenzweig geht aus der Achsel der Spelze 2 hervor; an der Achse steht ein adossiertes Vorblatt 1′, die Spelze 2′ bringt wiederum einen reduzierten Seitenzweig hervor, Spelze 3′ ist (entsprechend 4) leer; Spelze 4′ und 5′ sind Deckspelzen mit Vorspelze und zweigeschlechtlicher Blüte; dann folgt das Achsenende $\times_1$. Der reduzierte Seitenzweig aus 2′ wiederholt noch einmal den Zweig aus 2, ohne daß es zur Bildung eines vollkommenen Ährchens kommt. Dem Aufbau des ersten Seitenzweiges aus 2 entspricht genau der des zweiten Seitenzweiges aus 3. In der Gruppe werden also

im ganzen drei vollkommene Ährchen und zwei unvollkommene Ährchen (⊙ und ⊙; Abb. 1) ausgebildet, und zwar sind alle Vorblätter und Deckblätter bis zu den Blüten hin vorhanden.

Die Gruppen können der hier beschriebenen gegenüber vereinfacht sein. So kann der Sproß aus Blatt 3 fehlen, unter dem terminalen Ährchen stehen dann also zwei als Hüllspelzen zu bezeichnende leere Spelzen. In dem Blatt 2 steht im untersuchten Falle ein Seitensproß, der mit dem adossierten Vorblatt 1′ beginnt, dann nur die Spelze 2′ und mehrere zusammengerollte Spelzen ohne Blüte trägt. In 2′ steht wiederum ein Seitensproß mit mehreren Spelzen, von denen nur eine eine unvollkommen ausgebildete Vorspelze und Blüte in der Achsel erzeugt. Die Gruppe enthält also nur ein gut ausgebildetes Ährchen. Noch mehr vereinfacht ist folgende Gruppe, die nur eine einzige Blüte hervorbringt. Die Spelze 2 ist leer (der erste Seitenzweig fällt also ganz fort); Spelze 3 enthält nur eine rudimentäre Knospe in der Achsel (gluma gemmipara); Spelze 4 ist wie üblich leer; dann folgt eine Deckspelze mit Vorspelze und Blüte, dann ein übliches Achsenende mit mehreren Spelzen.

Gelegentlich kommt auch vor, daß Spelze 5 wie 4 leer ist, also keine Blüte trägt; ebenso kann Spelze 4′ leer sein.

Abb. 2 zeigt das ganze Verzweigungssystem in einer Ebene; es fragt sich nun, in welcher Ebene die aufeinander folgenden Sprosse zueinander stehen. Es wäre zunächst zu erwarten, daß das adossierte Vorblatt in die Mediane fällt, daß aber dann Blatt 2 und 3 transversal zu 1 stehen. Das ist aber nicht der Fall. Auch 2, 3 usw. sind Medianblätter, wobei sie allerdings auch mehr oder weniger seitlich verschoben sein können; jedenfalls ist niemals eine rechtwinklige Kreuzung zu konstatieren; dieses Verhalten ist wohl auf die dichte Zusammendrängung der Blätter in der Gruppe zurückzuführen. Dagegen ist gewöhnlich die Kreuzung von 2′ und 3′ gegen diese Ebene (der natürlich auch das Vorblatt 1′ angehört) deutlich, doch geht sie auch nicht bis zum rechten Winkel, sondern die Stellung ist mehr oder weniger seitlich. Das gleiche gilt für 2″ und 3″ gegenüber 1″. Sieht man von 2′ auf 1′ und die Hauptachse hin, so ist 2′ nach links gedreht, während 3′ nach rechts gedreht ist.

Im folgenden sei weiterhin auf das Verhalten einiger anderer *Guadua*-Arten im Vergleich zu *Guadua Tessmannii* hingewiesen. Bei *G. virgata* (Trin.) Rupr. ist der Blütenstand vereinfacht; ährenförmig angeordnete Gruppen stehen am Ende beblätterter Zweige,

oder blattlose Zweige bestehen ganz aus einem Blütenstand mit kleinen Deckblättern. In der Gruppe ist nur ein terminales Ährchen ausgebildet; auf das adossierte Vorblatt folgen zwei Spelzen mit kleinen unvollkommenen Sprossen in den Achseln, dann eine leere Spelze, dann mehrere Deckspelzen. Die Ebene des Ährchens von Blatt 2 an ist deutlich zur Medianebene gekreuzt. Noch mehr vereinfacht ist *G. exalata* Doell (nach dem Exemplar Moritz Nr. 1685). Der Blütenstand ist eine einfache Ähre mit distichen Ährchen; diese ist gegen die sterile untere laubblatttragende Region des Zweiges gut abgesetzt. Auf das oberste Laubblatt folgen am Blütenstand sofort winzige Rudimente von Brakteen; diese sind eiförmig, nur 1—1,5 mm lang, so daß das Ährchen ganz frei ist; an dem oberen Ährchen des Blütenstandes sind die Deckblätter dann ganz abortiert. Ein adossiertes Vorblatt fehlt; die untersten Spelzen sind zur kleinen Braktee gekreuzt, so daß das Ährchen seine breitere Seite zur Achse wendet; abwechselnd steht die erste Spelze rechts oder links. Am Grunde des Ährchens stehen in dichter Folge vier leere Spelzen, die nach oben zu an Größe etwas zunehmen (also etwa 5½, 6, 7, 8 mm lang), dann folgen mehrere Deckspelzen, von denen die unterste nur eine rudimentäre Vorspelze in der Achsel trägt. Ich habe bei mehreren untersuchten Ährchen keine Knospen in der Achsel der Spelzen 1—4 finden können, während Doell (Fl. Brasil. II, 3, p. 181) angibt: Glumae duae applicatae .... altera saepe gemmipara. Aus der Ährchengruppe der *G. Tessmannii* ist also hier ein einfaches Ährchen von normaler Form (nur mit mehr Hüllspelzen) geworden.

Mehrere interessante Charaktere zeigt *G. pallescens* Doell (nach Exemplar Brade Nr. 7847). Kleine ährchentragende Zweige sind von den sterilen getrennt, doch haben die Scheiden noch kleine Rudimente von Spreiten; oft bleiben die Ährchen in den Achseln der unteren Scheiden unentwickelt und treten nicht hervor, nur am Ende des Sprosses stehen einige entwickelte Ährchen. Das Endährchen ist am Exemplar meist an den Zweigen abgebrochen, konnte aber an einem kurzen Zweig untersucht werden, an dem es das einzige entwickelte Ährchen war, während in den Scheiden nur Knospen standen. Bemerkenswerterweise hat dieses Ährchen keine Hüllspelzen; unter dem Ährchen steht eine Scheide mit rudimentärer Spreite und Knospe in der Achsel, dann folgt nach einem ganz kurzen Internodium gleich eine Deckspelze normaler Länge, die allerdings nur eine rudimentäre Vorspelze (2 mm) und winzige Staminodien in der Achsel trug. Dann folgen mehrere weitere Deckspelzen. Die seitlichen Ährchen beginnen mit zwei

kleineren (etwa 5 und $5\frac{1}{2}$ mm) Spelzen, von denen die erstere scharf zweikielig ist, da das Achsenglied der Ähre in der Furche zwischen den beiden Kielen liegt; die Spelze ist aber nicht richtig adossiert, sondern steht etwas seitlich, der eine Rand neben dem Kiel ist viel breiter als der andere. Ebenso ist der hervortretende Kiel der zweiten Spelze exzentrisch. Beide Spelzen tragen kleine Knospen in der Achsel. Meist waren die untersuchten Ährchen unfruchtbar, also die weiteren Spelzen ohne Vorspelze und Blüte, so daß nicht sicher angegeben werden kann, wieviel weitere Spelzen im allgemeinen leer sind; in einem Falle war aber schon die dritte Spelze eine Deckspelze mit Vorspelze. Vergleichen wir die Art mit *G. Tessmannii*, so werden wir das durch den Druck des Achsengliedes zweikielige erste Blatt des fast sitzenden Ährchens nicht dem adossierten Vorblatt von *G. Tessmannii* gleichsetzen, das niemals eine Knospe in der Achsel trägt. Auch ist bei *G. pallescens* das Blatt 1 nicht vollkommen adossiert, sondern steht seitlich, auch die folgenden Spelzen sind nicht regelmäßig distich, sondern mehr oder weniger seitlich verschoben.

Wir haben also bei *G. Tessmannii* den Fall vor uns, daß im Blütenstand Deckblätter und adossierte Vorblätter vorhanden sind, das Ährchen ist aber auch hier immerhin als Einheit kenntlich, da unter den Deckspelzen leere Spelzen vorhanden sind, besonders ist das terminale Ährchen charakterisiert. (Bei *G. pallescens* fehlen im terminalen Ährchen die Hüllspelzen, bei anderen Arten abortieren die Vorblätter.) Während aber im allgemeinen bei den Gramineen die Hüllspelzen in der Zweizahl den Deckspelzen genähert und leer sind und mit ihnen die einzigen Blätter an einer Seitenachse des Blütenstandes sind, sind hier mehrere Blätter unterhalb der Deckspelzen an derselben Achse entwickelt, die seitlicher Verzweigung den Ursprung geben können, oder kleine Knospen entwickeln, oder leer sein können. Ist das letztere der Fall (glumae gemmiparae oder leere Spelzen) und sind sie den Deckspelzen ganz genähert, so ergeben sich einzelne Seitenährchen mit mehreren Hüllspelzen. Der Fall von *G. Tessmannii* bildet den Übergang zur Rispe, bei der die unteren Internodien der Seitenzweige dann verlängert sind (und die Brakteen und adossierten Vorblätter gewöhnlich abortieren). Als Deckspelzen sind stets nur solche Spelzen zu bezeichnen, die eine Einzelblüte mit Vorspelze in der Achsel tragen, wobei Vorspelze und Blüte mehr oder weniger verkümmern können; aus den Hüllspelzen gehen Zweigknospen hervor, oder sie sind normal leer (bei den allermeisten Gräsern das regelmäßige Verhalten). Ein typischer Unterschied zwischen ihnen und den Brakteen der Seiten-

zweige der Infloreszenz, die dann allermeist abortieren, besteht nicht. Wird durch völligen Abort der Blüte auch die Deckspelze leer, so ist praktisch kein Unterschied zwischen Hüllspelze und Deckspelze vorhanden.

---

60. K. Gemeinhardt: Beiträge zur Kenntnis der Diatomeen.

(Aus der Biologischen Abteilung der Preuß. Landesanstalt für Wasser-, Boden- und Lufthygiene, Berlin-Dahlem.)

(Mit Tafel XV.)

(Eingegangen am 28. September 1927. Vorgetragen in der Oktobersitzung.)

IV. Sekundäres Wachstum, Poren- und Streifenbildung.

Auf Tafel 297, Fig. 30—33, von A. SCHMIDTs Atlas der Diatomaceenkunde gibt HUSTEDT „Sporangialstadien“ von *Fragilaria virescens* Ralfs var. *elliptica* Hust. wieder, die meinen „Regenerationsstadien“ zu entsprechen scheinen. Durch Probeentnahmen an bestimmten Stellen während länger als zwei Jahren stellte ich von *Fragilaria capucina* Desm. zur Zeit der Frühjahrsmaxima ebenfalls solche Regenerationsformen fest, die während der übrigen Zeit des Jahres im lebenden Material nicht zu finden waren (s. Fig. 1—4 der Tafel). Besonders beachtenswert erscheint, daß hier auch solche Ausbeulungen in Richtung der Pervalvarachse auftreten, wie sie die in Figur 4 wiedergegebene Frustel in der Gürtelansicht zeigt.

In dem ersten Teil meiner Beiträge zur Kenntnis der Diatomeen begründete ich meine Annahme eines sekundären Wachstums der Diatomeen zur Wiederherstellung der durch die mitotische Zellteilung verkleinerten Zellgröße auch damit, daß gerade bei einer großen Anzahl der häufigsten Diatomeen eine Auxosporenbildung noch nicht festgestellt worden ist. Da zu diesen auch die Arten der Gattung *Synedra*, mit Ausnahme der *Synedra affinis*, gehören, kann ich die Erklärung KARSTENs für meine Abbildungen Taf. XII, Fig. 7—12, dieser Berichte, daß hier noch nicht fertige Auxosporen vorlägen, grundsätzlich nicht anerkennen, solange diese Auxosporenbildung nicht bekannt ist. Auch wenn dieser Fall eintreten sollte, kann ich dieser Erklärung für diese Bilder nicht ohne weiteres beitreten, denn die innerhalb des Perizoniums sich bildenden Auxosporen zeigen während der Bildung der Schalen wohl

eine unvollständige, doch nicht so abweichende Struktur. Die gleichen Materialien, in denen ich die fraglichen Schalen fand, habe ich wie viele andere auch für zytologische Untersuchungen benutzt; dabei wurden die Auxosporen nicht gefunden, obwohl ich stets danach gesucht habe. Wertvoll erscheint mir aber, daß KARSTEN zugibt, daß die noch nicht fertigen Auxosporen „ja tatsächlich ein langsames Weiterwachsen zeigen können". Warum soll nun, was für die jungen Auxosporen zugegeben wird, für die wohl in ähnlichem Zustande sich befindenden Zellen nach lebhafter Teilung während der Vegetationsmaxima ausgeschlossen sein?

Die meiner Meinung nach mit dem sekundären Wachstum verbundene Bildung von Gallertporen, wie ich sie bei *Synedra ulna*, *S. affinis* und bei *Tabellaria* beschrieb, fand ich neuerdings auch bei *Synedra capitata*, bei der es mir wegen der verhältnismäßig größeren Seltenheit der Art bisher nicht gelungen war. Ich konnte hier auch zum ersten Male sehen, daß diese beiden, im gleichen Pole einer Schale befindlichen Poren nicht immer schräg gegenüber an beiden Seiten der Schale liegen, wie ich es früher bei *Synedra ulna* beobachtete, sondern manchmal auch an derselben Seite. Die gleiche Feststellung an neuem Material (1927) aus dem Formenkreis der *Synedra ulna* mit allen Übergängen zu *S. biceps* und *capitata* veranlaßte mich zu weiteren Untersuchungen, auf die weiter unten eingegangen werden soll.

Zur Frage KARSTENs, ob sich beide Schalen einer Frustel bezüglich der Ausbildung der Poren und ihrer Anzahl gleich verhalten, kann gesagt werden, daß sie sich nicht gleich verhalten müssen. Trotz der Schwierigkeit, ganze Frusteln in Schalenansicht so genau zu untersuchen, konnte bei *Synedra affinis* doch einwandsfrei festgestellt werden, daß z. B. die eine Schale an einem Pole einen Porus, am andern aber zwei, die andere Schale an jedem Pole nur einen Porus besaß.

Zu meinen Schlußfolgerungen aus den Beobachtungen bei *Synedra* bezüglich der phylogenetischen Entwicklung der Streifenpunkte aus Poren, der Neubildung von Poren und Schließung der alten sagt KARSTEN folgendes:

„Sollte sich phylogenetisch die Sache nicht wahrscheinlich gerade umgekehrt verhalten? Die Punktstreifen dürften Poroiden — zum Stoffaustausch — entsprechen, und aus ihnen hätten sich einzelne am Schalenende gelegene zu Gallertporen weiterentwickelt."

Ich kann noch nicht einsehen, daß es phylogenetisch „wahrscheinlich“ so sein sollte[1]). Als Stütze für meine Ansicht glaube ich KARSTEN selbst hier anführen zu können, der in den „Diatomeen der Kieler Bucht“ auf Seite 151 sich wie folgt äußert: „Aus diesem Grunde ist es sehr erklärlich, daß die überaus deutlichen Poren der Melosiren und der *Isthmia* in solcher Form bei den pennaten Diatomeen mehr oder weniger fehlen; sie können mit sehr viel kleineren — daher auch weit schwieriger nachweisbaren — Porenkanälen neben ihrer Raphe auskommen. Man spricht jetzt allgemein die zentrisch gebauten Formen als die älteren, niedriger stehenden an. Daß die Zahl, Form und Lagerung ihrer zahlreichen Chromatophoren kein absolut sicheres Kennzeichen dafür ist, wurde oben bei *Pleurosigma* etc. gezeigt. Der Bau ihrer Wandtüpfel und Poren kann dagegen nach dem Gesagten vielleicht als ein sichrerer Beweis höheren Alters und ihrer einfacheren Organisation gelten.“

Ich glaube daraus nicht zu „leichtfertig“ zu schließen, daß die Poren also das Primäre, Ältere sind. Nach meinen Beobachtungen kann ich auch nicht zugeben, daß die Punkte der in Frage stehenden Diatomeen Poroide sind, etwa wie die bei *Achnanthidium brevipes*; dieses habe ich auch in der Abhandlung über diese Diatomee zum Ausdruck gebracht. Vielmehr möchte ich annehmen, daß in der lebenden Zelle bei den punktstreifigen Diatomeen (in meinem Sinne) der Stoffaustausch durch die gesamte Membran vor sich gehen kann; man bedenke, wie benachteiligt sonst z. B. die nur mit ganz kurzen Randstreifen ausgestatteten Formen aus dem Kreise der *Synedra affinis* sein würden. Ich kann mich also auch nicht zu dieser Meinung KARSTENs bekehren und möchte vielmehr glauben, daß die phylogenetische Entwicklung von den Poren, z. B. bei *Melosira*, über die Poroide zu den Punkten (z. B. bei *Navicula*) weiterläuft.

In dem bereits erwähnten neuen *Synedra*-Material, das besonders für meine Untersuchungen geeignet war, da es fast nur aus merkwürdig gekopften Formen bestand, fand ich zum ersten Male an den Polen zwei und mehr kleine Hörnchen, wie sie die Figuren 12—15 wiedergeben. Doppelte und dreifache, ausgebildete Poren und isolierte Punkte bis zu etwa 50 μ Entfernung von den Polen zeigten mir, daß es sich hierbei um Regenerationsformen

1) Die Stellungnahme HUSTEDTs zu dieser Frage lautet fast wörtlich wie die KARSTENs: „Und sollte sich phylogenetisch die Sache nicht gerade umgekehrt verhalten?“

handelt. Die größte Überraschung bot das Bild solcher Enden bei Gürtelbandansicht, eingebettet in Realgar und bei etwa 2000facher Vergrößerung (ZEISS' apochromatische Immersion, ZEISS' Kompens.-Okular K 18). Es waren die Hörnchen nicht nur am Pole in Ein-, Zwei- und Mehrzahl, sondern anscheinend längs der Pseudoraphe zu 2, 3, 4, 5 und auch mehr auf etwa 25 bis 45 μ verteilt, mit dem Pole zugewendeter Spitze vorhanden, so daß diese Enden fast den Eindruck einer Säge machen (Fig. 16—18).

Es galt nun festzustellen, ob diese Hörnchen bei den Synedren immer vorhanden sind, also bisher übersehen wurden, oder ob sie wirklich nur bei den in der „Regeneration" begriffenen Zellen vorhanden sind, und wie sie zu erklären wären.

Es wurde dazu *Synedra*-Material herangezogen, das im Laufe mehrerer Jahre zu verschiedenen Jahreszeiten gesammelt worden war, und zwar im März, April, Juli und Oktober. Das Ergebnis der Untersuchungen war, daß man Schalen mit Hörnchen am Pol in Ein- und Zweizahl immer findet; gut ausgebildet sind die Hörnchen nur im Frühjahr und Herbst; „Sägen" und einzelne Hörnchen längs der Pseudoraphe fand ich nur in Frühjahrsmaterial. Bei sogenannten normalen *Synedra*-Formen sind die Hörnchen meist nicht festzustellen oder so winzig, daß sie auch in Realgar kaum ausgemacht werden können. Günstige Lage der Frusteln oder Schalen in Schalen- und Gürtelbandansicht ist Voraussetzung!

Der Gedanke, daß diese Hörnchen Röhrenporen seien, drängte sich auf; bei der Kleinheit des Objektes erschien es mit den zur Verfügung stehenden optischen Mitteln aussichtslos, von ihrem inneren Bau etwas zu sehen.

Auffällig gleicht die Form dieser Hörnchen den von mir an der Oberschale von *Achnanthidium brevipes* Ag. beschriebenen, die ja auch gerade da sitzen, wo ich die Poren gesucht hatte, und die ebenfalls nicht immer festzustellen waren. Da diese Hörnchen immerhin größer sind, als die der Synedren, unterzog ich sie einer nochmaligen Untersuchung, die den Erfolg hatte, daß ich bei besonders günstiger Lage einwandfrei einen von der Spitze zur Mitte der Basis laufenden Porenkanal feststellen konnte, wie ihn die Fig. 19 wiedergibt.

Ich glaube nun schließen zu dürfen, daß auch die Hörnchen der Synedren solche Röhrenporen darstellen.

Diese können meiner Meinung nach nur entstehen, wenn die Zelle in der Richtung der Apikalachse wächst. Sie werden an-

scheinend an den Polen der Schale neugebildet, wandern bei weiterem Wachstum auf die Fläche der Schale und werden entweder durch Verflachung normale Ringporen oder durch Zusammenfall und Verkieselung Punkte. Die „normale" Zelle scheidet durch den „normalen" Ringporus Haftgallerte aus, die im Wachstum begriffene auch durch die jungen Röhrenporen. Eine Sichtbarmachung der durch die Röhrenporen zur Ausscheidung gelangenden Gallerte durch geeignete Färbung von fixiertem Material, wie es beispielsweise bei gewissen zentrischen Planktondiatomeen möglich ist, dürfte hier nicht gelingen, da der normale, verhältnismäßig große Gallertmengen ausscheidende Ringporus zu nahe an den Polen liegt. Zur Zeit der Vegetationsmaxima sind die Schalen infolge schnellster mitotischer Teilungen schwach verkieselt — ich wies schon in den ersten Beiträgen zur Kenntnis der Diatomeen daraufhin, daß der Verkieselungsprozeß durch das „Einfangen und Präparieren" (HUSTEDT) unterbrochen werden könnte — und dadurch für schnelles sekundäres Wachstum besonders geeignet. Dieses geht mitunter so schnell — explosionsartig — vor sich, daß die Rückbildung der Röhrenporen nicht damit Schritt hält oder unregelmäßig verläuft, und es können so Schalen mit mehreren Ringporen gefunden werden oder solche mit einer aus — dem jeweiligen Pole zugewendeten — Hörnchen gebildeten „Säge" entstehen, die dann bei Unterbrechung der weiteren Entwicklung erhalten bleiben (s. oben).

Die folgenden Zahlenbeispiele sollen dartun, daß ein solches sekundäres Wachstum auch in den möglichen Grenzen bleibt, gemessen an der Länge der „Sägen" im Verhältnis zur Gesamtlänge der Zelle.

Gesamtlänge:	etwa	320 μ;	Länge	der	Säge:	2×	etwa	35 μ
„	„	450 μ;	„	„	„	2×	„	15 μ
„	„	445 μ;	„	„	„	2×	„	40 μ
„	„	315 μ;	„	„	„	2×	„	35 μ
„	„	425 μ;	„	„	„	2×	„	35 μ.

Solche „Sägen" fand ich bisher nur an den Frusteln bzw. Schalen von einer Länge wie die oben angegebenen neben solchen mit nur Endhörnchen. Nach meinen bisherigen Beobachtungen an verschiedenen Materialien finden sich bei Längen von etwa 150 μ abwärts nur Endhörnchen oder gar keine Röhrenporen.

Auch bei typischen Formen von *Synedra capitata* konnten — allerdings nur in wenigen Fällen — mit Sicherheit Endhörnchen gefunden werden.

Ich glaube in diesen Beobachtungen eine weitere neue Stütze für die Annahme eines sekundären Wachstums der Diatomeen gefunden zu haben und kann sie, da sie sich über mehrere Jahre und verschiedene Jahreszeiten, sowie auf Material von verschiedener Herkunft erstrecken, nicht mit einer bisher noch nicht beobachteten Auxosporenbildung in Verbindung bringen. Ich möchte jedoch, um nicht mißverstanden zu werden, betonen, daß ich nicht etwa deren Vorkommen grundsätzlich in Abrede stelle; sicher scheint jedoch zu sein, daß sie zum mindesten sehr selten eintritt, denn sonst müßte sie schon bekannt sein. Aus demselben Grunde können sie auch für einen vier- oder mehrjährigen Turnus der Auxosporenbildung wohl nicht in Betracht gezogen werden, wie er neuerdings für andere Diatomeen beobachtet wurde[1]). Ich glaube vielmehr nach wie vor, daß diese von mir beobachteten Dinge mit einem sekundären Wachstum der Diatomeen zu erklären sind, das geeignet ist, die nur unter besonderen Verhältnissen eintretende Auxosporenbildung zu ersetzen. Wenn die oben gegebene Erklärung der Entstehung der „Sägen“ bei den Synedren richtig ist, dann hätten wir es hier mit einer besonderen Art eines ausgesprochenen Spitzenwachstums zu tun.

Ich möchte schon jetzt der begründeten Ansicht Ausdruck geben, daß solche „Hörnchen“, wie die von mir für *Achnanthidium brevipes* Ag. und Synedren, sowie von HUSTEDT und anderen an anderen Diatomeen beschriebenen bei den Diatomeen sehr häufig zu finden sein werden, wodurch Gelegenheit gegeben sein wird, ihre physiologische Bedeutung noch weiter zu erforschen. Zur Aufstellung neuer Arten, Gruppen oder gar Gattungen erscheinen sie jedoch keinesfalls geeignet.

Ebenso wie bei *Synedra capitata* konnte ich früher bei *Diatoma vulgare* nicht mehr als einen Porus finden. Die Figuren 7—13 geben einige Schalen mit 1—3 Poren wieder, wie ich sie jetzt mehrfach fand, so daß meine bisherige dahingehende Vermutung bestätigt ist. Daß hier eine Neubildung von Poren stattfindet, scheint mir nach dem oben Gesagten wohl kaum zweifelhaft. Während bei Fig. 7 es fraglich sein kann, ob sich ein Streifenstück oder ein Porus entwickelt, zeigen die Figuren 8 und 9 die beiden Poren unzweifelhaft, ebenso die Fig. 10 und besonders 11 die weitere Aus-

---

1) Private Mitteilungen, die ich Herrn Dr. V. CHOLNOKY, Szeged und Herrn Dr. GEITLER, Wien verdanke. S. auch: GEITLER, Reduktionsteilung und Kopulation von *Cymbella lanceolata*.

bildung von Poren im sonst strukturlosen Pol. Über die Entstehung dieser Poren bei *Diatoma* konnte ich bisher nichts Näheres feststellen.

Gerade *Diatoma* scheint mir auch zu zeigen, daß sich die Poren direkt und nicht, wie KARSTEN (s. oben) annehmen möchte, aus einem vorhandenen Punkt bzw. Streifenstück entwickeln, denn sonst müßte mindestens ebenso häufig wie ein zweiter Porus hier ein nicht zum Rande gehendes, also mitten in der glatten Schalenfläche liegendes Streifenstück zu finden sein, wie es bei dem Porus sehr oft der Fall ist.

Das Schließen der Poren durch Verkieselung kann wohl kaum direkt bewiesen werden, sondern bleibt Schlußfolgerung, die ich aus der Beschaffenheit mancher isolierter Punkte und der Lage zu Punktstreifen und Streifen gezogen hatte, und die mir durch die oben beschriebenen Röhrenporen und ihre Umbildung eine wertvolle Stütze bekommen zu haben scheint.

Nachtrag zu II. *Peronia erinacea* Bréb. et Arn.

Gestützt auf die Mitteilungen HÉRIBAUDs, sowie HUSTEDTs und meine Untersuchungen über die Raphenäste bei *Peronia erinacea* zog ich den Schluß, daß diese in einer regressiven Entwicklung stehen. Inzwischen konnte ich an einem von Herrn Dr. KRIEGER mir freundlichst zur Verfügung gestellten, rezenten Material von einem neuen Standort feststellen, daß hier *Peronia erinacea* nicht nur mit Raphenästen in der von HUSTEDT und mir beschriebenen Art vorkommt, sondern ich fand auch Frusteln, deren beide Schalen je zwei Raphenäste tragen, die manchmal gleich lang — wie die von mir für die „Unterschale" abgebildeten —, manchmal aber auch kürzer waren, und zwar in mannigfaltiger Abstufung. Den Fall, daß eine Schale nur an dem breiteren Ende einen Raphenast besitzt, wie HÉRIBAUD es von dem fossilen Material beschreibt, konnte ich nicht feststellen. Ich glaube nicht, daß dieser Befund meinen Schluß bezüglich der regressiven Entwicklung der Raphen bei *Peronia* beeinträchtigt. Der Ansicht HUSTEDTs (l. c.), der in der *Peronia* eine den Fragilarioideen näherstehende Form sieht und die Raphen in progressiver Entwicklung stehend annimmt, kann ich nicht beitreten, da mir die angegebenen Beispiele von *Eucocconeis onegensis* Wisl. et Kolb. eine gute Stütze für meine Einreihung der *Peronia* zwischen den Achnanthaceen und Naviculaceen darzustellen scheinen.

Um endlich weitere Zweifel darüber auszuschalten, bemerke ich, daß auch ganze Frusteln von *Peronia erinacea* von der Gürtelbandseite die Raphenäste in der Anordnung erkennen lassen, daß die Bezeichnung „Unterschale“ und „Oberschale“ zu der Taf. XIII, Fig. 1 und 2, berechtigt ist. Die Wiedergabe der beiden Schalenansichten erschien zweckmäßiger als die Gürtelbandansicht.

Den harten Vorwurf KARSTENs, daß „wohl selten mit einer größeren Leichtfertigkeit grundlegende Tatsachen als bewiesen hingestellt worden sind, für die eigentlich jeder wirkliche Beweis fehlt“, muß ich zurückweisen, da ich meine nach Form und Inhalt kaum mißzuverstehenden Ansichten auf tatsächliche Beobachtungen gestützt habe, die nunmehr eine weitere Bestätigung durch vorstehende Untersuchungen finden.

Figurenerklärung zu Tafel XV.

Fig. 1–4. Regenerationsformen von *Fragilaria capucina* Desm.

Fig. 5–6. Köpfe von *Synedra capitata* mit zwei Ringporen; Fig. 6 außerdem mit deutlichem „Endhörnchen“.

Fig. 7–11. Schalenenden von *Diatoma vulgare* mit zwei und mehr Poren, zum Teil noch in der Bildung begriffen.

Fig. 12–15. Köpfe von Regenerationsformen von *Synedra ulna*; Fig. 14–15 geben die beiden verschieden geformten Enden zweier Schalen wieder. Die „Hörnchen“ an den Polen sind mehr oder weniger deutlich sichtbar.

Fig. 16. Durch schnelles Wachstum der Zellenden und noch nicht erfolgte Umbildung der Röhrenporen (Hörnchen) am Schalenende von *Synedra ulna* gebildete „Säge“; Gürtelbandansicht.

Fig. 17. Beide Enden einer Schale von *Synedra ulna* in Gürtelbandansicht mit „Hörnchen“ nur an einem Ende.

Fig. 18. Schalenende von *Synedra ulna* in Gürtelbandansicht mit besonders gut ausgebildetem Endhörnchen.

Fig. 19. „Hörnchen“ an der Oberschale von *Achnanthidium brevipes* Ag., das durch den Kanal als „Röhrenpore“ erkannt wurde.

Literaturverzeichnis.

GEITLER, L., Die Reduktionsteilung und Copulation von *Cymbella lanceolata*. Arch. f. Protistenkunde, 58. Band, 1927.

GEMEINHARDT, K., Beiträge zur Kenntnis der Diatomeen. I bis III. Ber. d. Deutschen Bot. Ges. 1926, Heft 8.

HUSTEDT, FR., Arch. f. Hydrobiologie Bd. XVIII, Heft 1, 1927, S. 191.

KARSTEN, G., Die Diatomeen der Kieler Bucht. 1899.

—, —, Zeitschrift f. Botanik 1927, Bd. 19, S 431—432.

KOLBE, R. W., Brackwasser-Diatomeen. Pflanzenforschung Heft 7, Jena 1927.

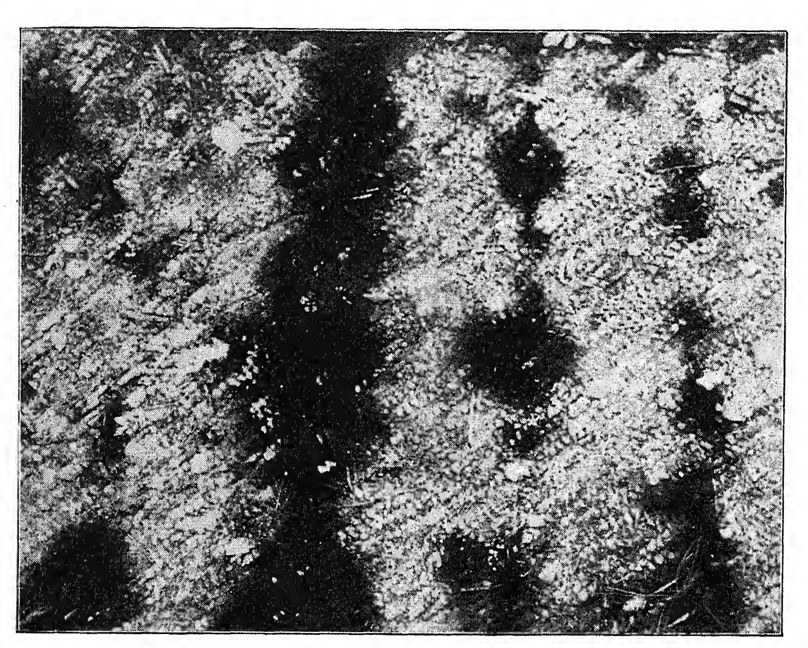


Fig. 2.

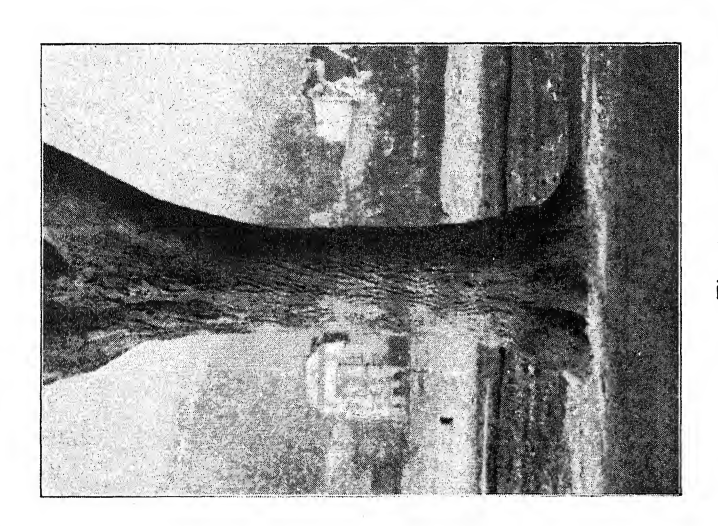
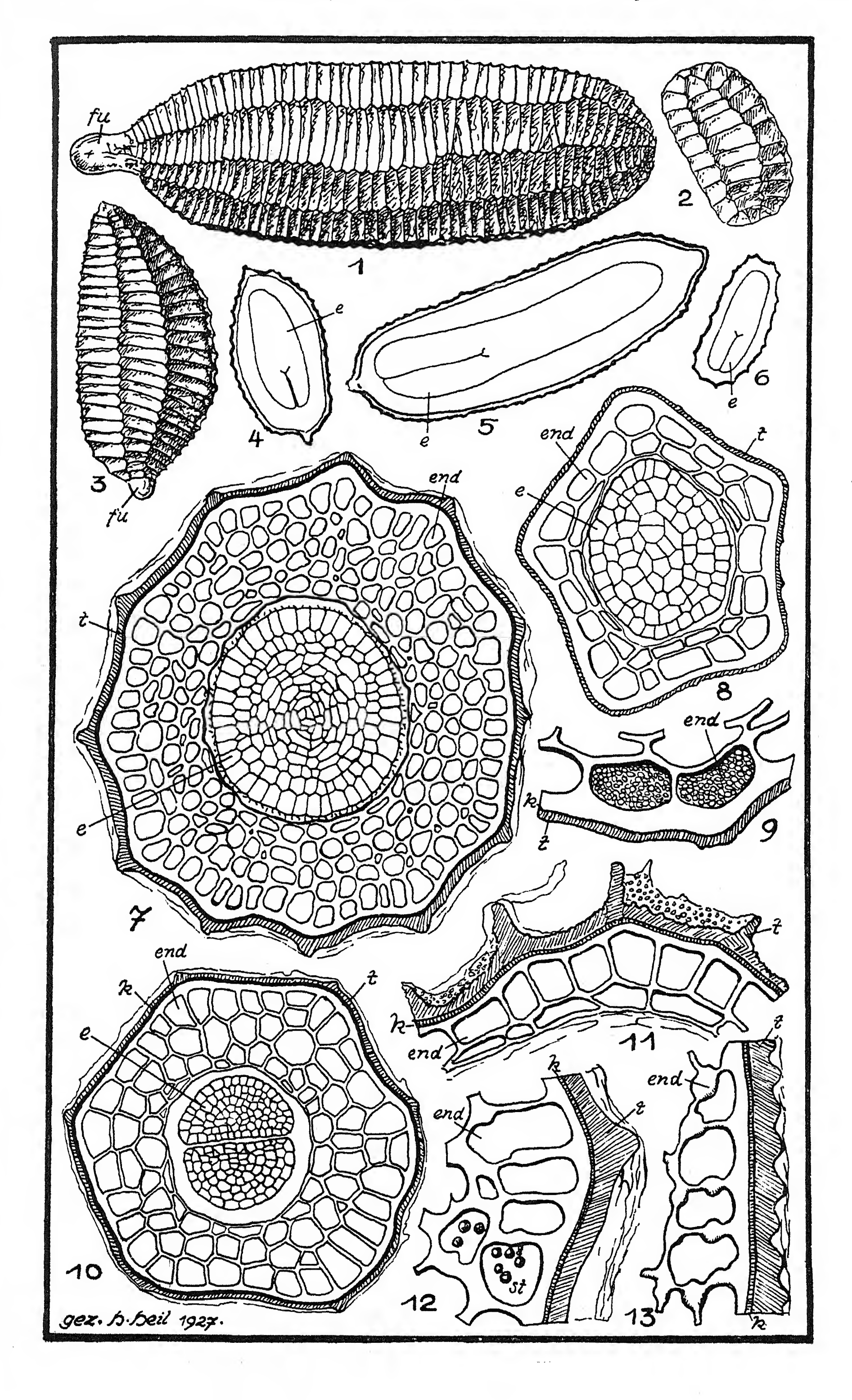
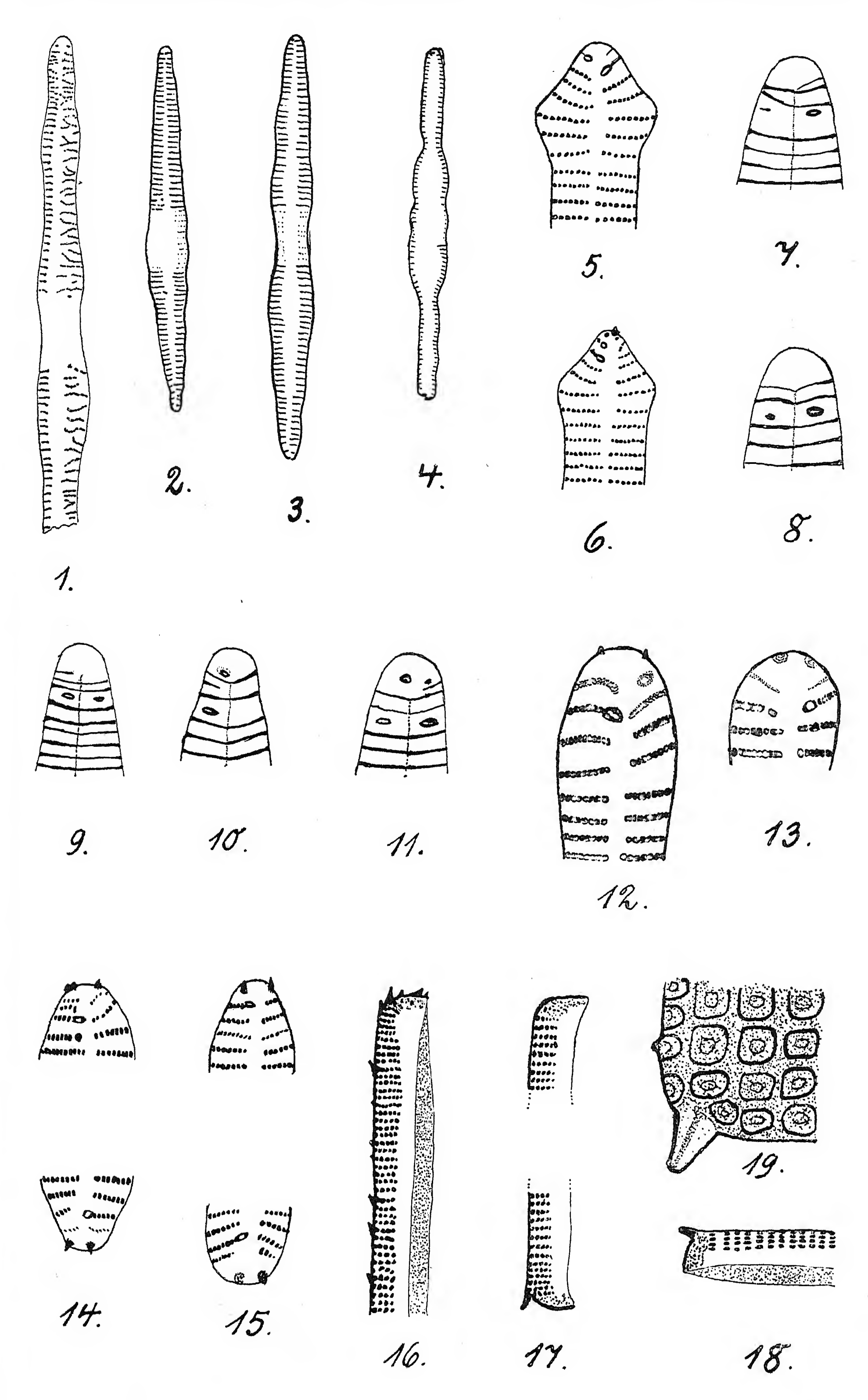


Fig. 1.


fu
1
2
3
fu
4
e
5
e
6
e
7
end
t
e
8
end
t
e
9
end
k
t
10
end
k
t
e
11
t
k
end
12
end
k
t
st
13
end
t
k
gez. h. Heil 1927.


1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.
11.
12.
13.
14.
15.
16.
17.
18.
19.

Sitzung vom 25. November 1927.

Vorsitzender: Herr H. MIEHE.

Der Vorsitzende teilt mit, daß der Gesellschaft wiederum drei Mitglieder durch den Tod entrissen worden sind: Herr

Dr. **Alexander Henckel,**

Professor und Direktor des Botanischen Gartens an der Universität in **Perm**, der am 9. April 1927 verstarb; Herr

P. R. Kupreenko,

wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Station für Pflanzenernährung der Landwirtschaftlichen Akademie in **Moskau**, gestorben am 19. Juli 1927; Herr

Dr. **W. Johannsen,**

Professor der Pflanzenphysiologie an der Universität in **Kopenhagen**, der am 11. November 1927 verschieden ist.

Die Anwesenden erheben sich zu Ehren der Verstorbenen von ihren Plätzen.

An unser Mitglied Herrn Geheimrat Professor Dr. **F. Niedenzu** in **Braunsberg** (Ostpreußen) wurde zu seinem 70. Geburtstage am 29. November 1927 ein Glückwunschschreiben gerichtet, das vom Vorsitzenden verlesen wird und folgendermaßen lautet:

Hochgeehrter Herr Kollege!

Zu Ihrem 70. Geburtstag sendet Ihnen die Deutsche Botanische Gesellschaft herzliche Glückwünsche.

Ländlichen Kreisen des schönen Schlesierlandes entsprossen, war Ihnen die Liebe zur Natur eingeboren, und so widmeten Sie sich an der Universität Breslau dem Studium der Naturwissenschaften und der Mathematik. Sie beabsichtigten, sich dem Lehrerberuf zuzuwenden, den Sie nach Abschluß des Staatsexamens auch zunächst ausübten. Als sich Ihnen jedoch bald darauf die Gelegenheit bot, Assistent am Breslauer Botanischen Garten zu werden, wurden Sie für die wissenschaftliche Forschung gewonnen. Ihre Dissertation: „Über den anatomischen Bau der Laubblätter

der Arbutoideae und Vaccinioideae in Beziehung zu ihrer systematischen Gruppierung und geographischen Verbreitung", mit der Sie am 13. April 1889 in Breslau den Doktorgrad erwarben, gehört in die Reihe der von Ihrem Lehrer ENGLER angeregten Arbeiten, die die Anwendung der physiologischen Anatomie auf Fragen der Systematik und Pflanzengeographie zum Ziel haben. Hier offenbarte sich schon die Sorgfalt und Genauigkeit, durch die sich alle Ihre Arbeiten auszeichnen. Einige Jahre emsigster Tätigkeit am Botanischen Museum und Garten in Berlin folgten. In sehr verdienstvoller Weise wirkten Sie mit an der Weiterführung der „Natürlichen Pflanzenfamilien" von ENGLER und PRANTL, indem Sie eine beträchtliche Zahl kleiner und großer Familien (es sei an die sehr umfangreiche Familie der Myrtaceen erinnert) mit vorbildlicher Gründlichkeit behandelten. Am meisten wurden Sie aber durch die Malpighiaceen gefesselt. Sie entwarfen ein neues natürliches System dieser Familie und erkoren sich ihr Studium zur Lebensaufgabe. Im Jahre 1892 wurden Sie als ordentlicher Professor an das Lyceum Hosianum (später Staatliche Akademie) in Braunsberg berufen. Dort legten Sie einen Botanischen Garten an und führten im Laufe langer Jahre bis zu Ihrer kürzlich erfolgten Emeritierung zahlreiche Generationen von Studierenden in die Naturwissenschaften ein. Trotz der Schwierigkeit in der entlegenen Stadt Material und Literatur zu beschaffen, konnten Sie Ihre Malpighiaceen-Forschungen unermüdlich fortsetzen, und gerade jetzt fassen Sie sie nach Veröffentlichung zahlreicher Einzeldarstellungen zu dem schon längst erwarteten Gesamtbilde zusammen; ist doch Ihr Urteil darin schon seit Jahren überall als maßgebend anerkannt. Auch der Mitarbeit an der zweiten Auflage der „Natürlichen Pflanzenfamilien" haben Sie sich nicht versagt, indem Sie einige der früher bearbeiteten Gruppen (z. B. die Tamaricaceae) neu dargestellt haben. Weiteren Kreisen wurde Ihr Name besonders durch die von Ihnen seit 1908 besorgten Auflagen von GARCKEs „Flora von Deutschland" bekannt. Sie unterzogen das bewährte Buch einer mühevollen Durchsicht und richteten es nach dem ENGLERschen System ein.

Möge es Ihnen vergönnt sein, der Wissenschaft in alter Treue wie bisher zu dienen! Möge Ihnen ein gesunder, glücklicher Lebensabend in rüstiger Arbeit beschieden sein!

Das ist unser inniger Wunsch.

Berlin, den 27. November 1927.

gez. H. MIEHE.

Als neue Mitglieder werden vorgeschlagen:

Fedtschenko, Boris, Universitätsprofessor, Hauptbotaniker am Botanischen Garten in **Petersburg (Leningrad)** (durch H. HARMS und R. PILGER),

Weißflog, Dr. **Johannes,** in **Knehden** bei Templin, Uckermark (durch W. RUHLAND und F. BACHMANN),

Zycha, Herbert, cand. rer. nat. in **Bonn a. Rh.**, Rottenburgstr. 1 (durch H. FITTING und H. R. BODE).

Zu ordentlichen Mitgliedern werden ernannt:

Arisz, Dr. **W. H.**, Professor in **Groningen,**

Heimlich, Dr. **L. F.,** Professor in **Valparaiso,** Indiana, U. S. A.

Es wird um Mitteilung der unbekannten neuen Anschriften folgender Mitglieder gebeten:

BÖNING, Dr. K., bisher Bonn,
EDMANN, G. W., bisher Stockholm,
JURIDSIC, Dr. P., bisher Zagreb-Agram,
KALT, B., bisher Roßleben,
KLUG, Dr. G., bisher Prag II,
NICOLIC, Dr. M., bisher Belgrad,
PILLAY, Dr. T. P., bisher Trivandrum,
RAO, W. L., bisher Borhampur,
WLISSIDIS, Dr. Thr., bisher Athen.

Mitteilungen.

61. Sergius Ivanow: Zur Physiologie der Korolle[1]).

(Eingegangen am 9. August 1927. Vorgetragen in der Oktobersitzung.)

Die Physiologie der Korolle ist viel weniger als die anderer Blumenteile, und zwar der Organe der geschlechtlichen Fortpflanzung — der Stamina und Pistilla — aufgeklärt. Die Literatur ist sehr arm. Abgesehen von biologischen Vorstellungen von K. SPRENGEL, die uns zur Zeit wenig interessieren, wissen wir nach den Untersuchungen von TH. SAUSSURE und von MOISSAN, daß die Korollen sehr schwach atmen.

SAUSSURE[2]) hat gefunden, daß das Perianthium von *Arum maculatum* im Laufe von 24 Stunden das Fünffache seines Volumens an Sauerstoff verbraucht, während ein Raumteil Stamina und Pistilla 132 Teile Sauerstoff aufnimmt; das Perianthium von *Arum dracunculus* braucht sein halbes Volumen Sauerstoff, die Stamina hingegen nehmen 35 Raumteile Sauerstoff auf. Nach MOISSAN[3]) gaben 10 g der Petala von *Iris germanica* im Laufe von 10 Stunden bei 13° nur 5,44 ccm CO_2 ab.

Viele Seiten im Leben der Petala sind noch unklar und unsere Kenntnisse über diesen Gegenstand noch ungenügend. Die Petala einer Reihe von Pflanzen, die in ganz frischem Zustande von der Pflanze abgeworfen werden, wurden untersucht, so diejenigen von *Paeonia*, *Rosa*, *Malus*, *Prunus Cerasus*, *Linum usitatissimum* u. a.

Bevor wir an die physiologische Untersuchung der Petala herangehen, erachten wir es als notwendig, die Petala der Analyse zu unterwerfen, um die in ihnen enthaltenen organischen und unorganischen Stoffe festzustellen. Deshalb sammelten wir die Petala und bestimmten den Gehalt an Asche und organischen Substanzen. Gesammelt wurden die Petala, die einige (4 – 6) Stunden

1) Meinen Mitarbeiterinnen ALEXANDRA IVANOWA und ANNA BOBROWA, welche an den vorliegenden Untersuchungen in jeder Hinsicht mitgewirkt haben, spreche ich meinen herzlichen Dank aus.

2) TH. SAUSSURE, Ann. des Sc. nat. T. 21. 285. 1822.

3) MOISSAN, Ann. des Sc. nat. T. 7. 307 u. 314. 1879.

nach der Blumenentfaltung in ganz frischem Zustande (Tab. I) von den Pflanzen abgeworfen wurden, und zwar die von *Paeonia tenuifolia*, *Rosa*, *Papaver somniferum* und *Linum usitatissimum*. Hingegen wurden die Petala von *Ranunculus* erst am fünften oder sechsten Tage nach der Blumenentfaltung — ebenfalls im frischen Zustande — gesammelt (Tab. I).

Die Petala von *Cucumis*, *Chrysanthemum* und *Helianthus* wurden in zwei Entwicklungsstadien gesammelt: im ganz frischen Zustande (Tab. I) und beim Welken, was bei *Cucumis* nach 4—6 Tagen, bei *Chrysanthemum* nach 15—20 Tagen und bei *Helianthus* nach 28—30 Tagen eintrat (Tab. II — welkend).

Tabelle I.
Wassergehalt in den frischen Petala.

	Wasser	Trockensubstanz
Paeonia tenuifolia	84,7 %	15,3 %
Rosa sp.	81,1 %	18,9 %
Papaver somniferum	82,5 %	17,5 %

Tabelle II.
Gehalt an hygroskopischem Wasser, Rohfaser und Pentosanen.

	Wasser	Rohfaser	Pentosan
Paeonia tenuifolia	12,88 %	10,235 %	9,52 %
Rosa sp.	13,25 %	13,78 %	9,365 %
Papaver somniferum	14,103 %	10,103 %	—
Linum usitatissimum	14,25 %	10,603 %	—
Ranunculus acer	12,62 %	6,714 %	—
Cucumis sativus I, frisch	12,21 %	16,107 %	—
Cucumis sativus II, welkend	12,003 %	19,56 %	—
Chrysanthemum Leucanthemum I, frisch	10,02 %	13,38 %	—
Chrysanthemum Leucanthemum II, welkend	10,31 %	17,92 %	—
Helianthus annus I, frisch	12,51 %	10,962 %	—
Helianthus annus II, welkend	12 31 %	10,950 %	—

Die Petala wurden bei 100° bis zur Gewichtskonstanz getrocknet und gemahlen. Dann bestimmten wir hygroskopisches Wasser, Asche, Rohfaser, die Summe der Kohlehydrate, welche beim Kochen unter Neutralisation mit $CaCO_3$ in destilliertes Wasser übergehen, und in einer anderen Portion die Kohlenhydrate, die nach halbstündiger Hydrolyse mit 0,5%iger Salzsäure nach der Methode von BERTRAND festzustellen waren, und schließlich den

Gesamtstickstoff. Bei *Paeonia* und *Rosa* wurde außerdem der Pentosangehalt nach TOLLENS bestimmt.

Bei *Helianthus* nimmt der Gehalt an Rohfaser während des Welkens ein wenig ab, bei *Chrysanthemum* erhöht er sich um 4,5 %, bei *Cucumis* um 3,46 %. Dies ist dadurch zu erklären, daß beim Welken die Menge der plastischen Stoffe ab- und die der abgestorbenen Zellen zunimmt.

Auffallend ist der Aschegehalt, er ist sehr hoch und nimmt gegen Ende der Blüte zu. Die Petala von *Cucumis sativus* enthalten bis 20 % Asche.

Die Petala transpirieren sehr stark und erfordern bedeutende Mengen Wasser. Dafür spricht ihre morphologische und anatomische Struktur: sie stellen eine dünnschichtige Platte mit großer Oberfläche dar, sie enthalten in den Zellen Anthokyan, ein dunkelgefärbtes Pigment, das die Lichtenergie absorbiert und sie in Wärmeenergie umwandelt, die Petala besitzen eine dünne Epidermis ohne Cuticula. Die Transpiration mittels dieser Organe, die zu einer ökonomischen Wasserspeicherung fast gänzlich ungeeignet sind, verläuft leicht; dafür spricht auch die Lage der Petala, welche den heißen Sonnenstrahlen direkt ausgesetzt sind. Alle diese Tatsachen führen uns zu dem Schlusse, daß durch die Petala bedeutende Wassermengen hindurchlaufen müssen, was die Ursache der Anhäufung von Aschenbestandteilen in den Petala sein könnte.

WOLFF[1]) gibt die folgende Analyse der Petala von *Aesculus hippocastanum* an: Asche: 4,78 %; K_2O : 61,22 %; CaO : 13,62 %; MgO : 3,84 %; P_2O_5 : 16,97 %; SiO_2 : 1,44 %.

Tabelle III.

Gehalt an Aschenbestandteilen in den Korollen.

Paeonia tenuifolia	5,657 %
Rosa sp.	3,460 %
Papaver somniferum	7,600 %
Linum usitatissimum	7,280 %
Ranunculus acer	5,100 %
Cucumis sativus I, frisch	16,700 %
Cucumis sativus II, welkend	20,500 %
Chrysanthemum Leucanthemum I, frisch	8,140 %
Chrysanthemum Leucanthemum II, welkend	8,340 %
Helianthus annus I, frisch	6,610 %
Helianthus annus II, welkend	10,890 %

1) WOLFF, Aschenanalyse. KÖNIG, Untersuchung der Nahrungs- und Genußmittel.

Einen hohen Gehalt an Aschenbestandteilen finden wir in den Blättern von *Cynara scolymus* (21,41 %), *Humulus lupulus* (13,63 %), *Nicotiana tabacum* (11,87 %), *Zea Mays* (10,99 %), *Beta vulgaris* (13,03 %) und anderen Pflanzen. Der gewöhnliche Aschegehalt in den Blättern ist höher als in der Wurzel oder im Stengel derselben Pflanze. Die Ursache liegt darin, daß die Blätter die Organe sind, die große Mengen Wasser transpirieren.

Die in den Zellsäften der Korollen sich auflösenden Stoffe haben eine große Bedeutung für die Bildung des Turgors in den Zellen; ihr frisches Aussehen ist mit der Funktion, die Insekten anzulocken, eng verbunden. Die Untersuchungen zeigen, daß die Kohlehydrate in den Korollen in Gestalt von Glukose und Di- oder Poly-Sacchariden vorhanden sind. Stärke fehlt gänzlich, was die Jodreaktion zeigt.

Tabelle IV.

Gehalt an Kohlehydraten.

	nach der Hydrolyse	ohne Hydrolyse	Differenz
Paeonia tenuifolia	21,760 %	20,16 %	1,60 %
Rosa sp.	27,330 %	25,961 %	1,369 %
Papaver somniferum	31,440 %	29 357 %	2,083 %
Linum usitatissimum	35,25 %	32.000 %	3,25 %
Ranunculus acer	46,630 %	33,742 %	11,888 %
Cucumis sativus I, frisch	12,095 %	11,90 %	0,195 %
Cucumis sativus II, welkend	10,007 %	9,98 %	0,027 %
Chrysanthemum Leucanthemum I, frisch	25,000 %	24.13 %	0,87 %
Chrysanthemum Leucanthemum II, welkend	22,200 %	20.57 %	1,83 %
Helianthus annus I, frisch	28,950 %	25,111 %	3.839 %
Helianthus annus II, welkend	19,937 %	18,345 %	1,592 %

Abgesehen von den *Ranunculus*-Petala ist die Differenz immer gering; daraus können wir schließen, daß in den Petala Monosaccharide die Hauptrolle spielen.

Die Kohlehydrate diffundieren aus dem Stengel. Die Entfaltung der Blüte ist ein Moment, der der Entwicklung des Embryos vorangeht. Hier beginnt das Diffundieren der löslichen organischen Stoffe aus dem Stengel zu den Blüten und Samenteilen. Die Ursache des Diffundierens der genannten Stoffe zu den Samenteilen liegt — wie wir schon früher aufwiesen[1]) — im

1) SERGIUS IVANOW, Über das Reifen ölhaltiger Samen. Beih. zum Bot. Centr. 1911. SERGIUS IVANOW, Physiologische Studien über das Reifen der Samen. Mitteil.-Büro f. Pflanzenzüchtung, Petersburg 1916 (russisch).

Unterschied der Konzentrationen des Zellsaftes im Stengel und in der Frucht; durch die Diffusion der Kohlehydrate und der anderen löslichen Stoffe wird dieser Unterschied bis zum völligen Gleichgewicht ausgeglichen; dieses Gleichgewicht wird wieder gestört durch die Umwandlung der gelösten Stoffe in die Zellwände der wachsenden Frucht, durch die Wirkung der synthetisierenden Fermente, welche die Kohlehydrate in die Vorratsstoffe umwandeln; diese Gleichgewichtstörung löst einen neuerlichen Zufluß der gelösten Stoffe aus u. s. f. bis zur völligen Erschöpfung der Stengelteile. Ganz anders steht es mit der Korolle; hier ist es nur nötig, den Zellsaft einmal mit der für den Turgor hinreichenden Kohlehydratmenge zu füllen. Die Form der Kohlehydrate, welche aus dem Stengel fließen und sich in den Zellen der Petala ansammeln, ist die gleiche, und zwar handelt es sich um Monosaccharide.

Beim Welken der Blüte vermindert sich die Kohlehydratmenge teils infolge der Atmung, teils infolge von Anhäufung abgestorbener Zellen. Doch schwankt die Menge der Kohlehydrate, welche die Pflanze verliert, in Grenzen von 10,007 % bei *Cucumis*, 35 % bei *Linum* und 46 % bei *Ranunculus*.

Daß die nützlichen plastischen Stoffe nicht ausgenutzt werden und nicht zurückfließen, ist nicht zufällig; sie können nicht von der Pflanze ausgenutzt werden, da die Petala in dem Momente abfallen, wenn die Zellen des Stengels mit löslichen Stoffen gesättigt sind. Hier ist nur ein einseitiger Strom in der Richtung zu den Petala möglich. Diese plastischen Stoffe sind unvermeidliche Opfer, welche die blühende Pflanze bringt.

Der Gehalt an Eiweiß- und Nichteiweißstickstoff wurde bei *Paeonia* und *Rosa* bestimmt, in den anderen Fällen nur der Gesamtstickstoff.

Die Beziehungen zwischen Eiweißstickstoff und Stickstoff aus anderen Verbindungen zeigt die folgende

Tabelle V.

	Gesamt-N	Eiweiß-N	Nicht-eiweiß-N	Verhältnis
Paeonia tenuifolia . . .	0,9999	0,84	0,1599	6 : 1
Rosa sp.	1,8289	1,648	0,1800	10 : 1

Tabelle VI.

Gehalt an Gesamtstickstoff.

Paeonia tenuifolia	0,84 %
Rosa sp.	1,648 %
Papaver somniferum	1,135 %
Linum usitatissimum	1,70 %
Ranunculus acer	1,52 %
Cucumis sativus I, frisch	3,68 %
Cucumis sativus II, welkend	2,86 %
Chrysanthemum Leucanthemum I, frisch	0,555 %
Chrysanthemum Leucanthemum II, welkend	0,865 %
Helianthus annus I, frisch	1,69 %
Helianthus annus II, welkend	0,125 %

Die Stickstoffmenge am Ende der Blüteperiode bei *Cucumis* fällt ein wenig, bei *Helianthus* vermindert sich der Gehalt besonders stark, bei *Chrysanthemum* nimmt der Gehalt an Stickstoffsubstanzen zu.

Aus dieser Untersuchung sind die folgenden Schlußfolgerungen zu ziehen:

1. Die Petala enthalten nur 15—20 % Trockensubstanz; beim Abfallen nehmen sie hauptsächlich Wasser mit.
2. Der Gehalt an Aschenbestandteilen schwankt zwischen 3,46 und 20,5 %. Die Petala sind fast völlig ungeeignete Organe für ökonomische Wasserspeicherung, daher wird die Pflanze gezwungen, die Petala in ganz frischem Zustande abzuwerfen. Das Abwerfen der Petala, nachdem diese ihre Rolle ausgespielt haben, ist eine physiologische Notwendigkeit; es bewahrt die Pflanze vor allzugroßer Transpiration.
3. Die Pflanze, welche genötigt ist, die Petala abzuwerfen, opfert auch gewisse Mengen von Kohlehydraten in Form von Monosacchariden.
4. Die Stickstoffsubstanzen können noch vor dem Abfallen der Petala teilweise ausgenutzt werden.

---

62. Sergius Ivanow: Die Halphensche Reaktion auf Baumwollsamenöl als allgemeine Reaktion für Öle der Familien Malvaceae, Tiliaceae und Bombacaceae[1]).

(Eingegangen am 11. August 1927. Vorgetragen in der Oktobersitzung.)

Wie bekannt, schlug HALPHEN eine Reaktion auf Baumwollsamenöl vor, mittels welcher man die geringsten Zusätze dieses Öles im Olivenöl, dem Hauptfettprodukt des französischen Außenhandels, feststellen kann[2]). Die Reaktion wird folgendermaßen ausgeführt: Gleiche Mengen (je 2 ccm) des zu untersuchenden Öls, Amylalkohols und einer 1%igen Lösung von Schwefel in Schwefelkohlenstoff werden in einem dickwandigen Gläschen zusammengemischt, dieses wird fest verschlossen und in ein kochendes Wasserbad getaucht. Es tritt hierbei eine Rotfärbung des Öles von verschiedener Intensität ein. Bedingung ist, daß das zu untersuchende Baumwollsamenöl keiner vorherigen Erhitzung auf 250° ausgesetzt gewesen war.

HALPHEN[3]) und andere Forscher haben verschiedene Untersuchungen durchgeführt, um den farbgebenden Körper dieser Reaktion zu finden. KÜHN und BENGEN[4]) führen die Reaktion auf das Vorhandensein eines besonderen Aethylenderivates im Baumwollsamenöl zurück, RAIKOW[5]) auf eine ungesättigte Säure, die Schwefel an eine doppelte oder dreifache Bindung anlagert, dabei eine chromophore Sulfoaldehyd- oder Sulfoketogruppe bildet und sich rot färbt.

Trotz vielfacher Bemühungen ist es bis jetzt nicht gelungen, den Träger der Reaktion festzustellen; als Ursache des Mißerfolges

---

1) Meiner Mitarbeiterin E. MENSCHINSKA spreche ich meinen besten Dank aus, ebenso Herrn Dr. CH. DORN für die liebenswürdige Korrektur des deutschen Textes.

2) Journal Pharmac., Bd 6, S. 390, 1897; Chemische Umschau, Bd. 20, S. 89, 1913 (GASTALDI); R. A. KUEVER, Journal Amer. Pharm. Assoc., Bd. 10, S. 594, 1921.

3) HALPHEN, Huiles et graisses végétales comestibles, Paris 1912.

4) KÜHN und F. BENGEN, Zeitschr. für Nahrungs- und Genußmittel, Bd. 20, S. 453, 1910.

5) RAIKOW, Chemiker-Zeitung, Bd. 24, S. 584, 1900.

wird die geringfügige Quantität des betreffenden Körpers im Baumwollsamenöl angenommen.

Auch andere dem Baumwollsamenöl ähnliche Öle geben die HALPHENsche Reaktion, und zwar *Eriodendron anfractuosum* Dec. (Kapoköl) und *Adansonia digitata* L. (Baobaböl).

Es fehlt nicht an verschiedenen Versuchen, die HALPHENsche Reaktion auf Öle anderer Arten, auf das Öl von *Citrullus vulgaris*[1]), auf viele Öle der Cruciferae, Linaceae, Compositae u. a.[2]) anzuwenden. In allen diesen Fällen erwies sich die HALPHENsche Reaktion als negativ. Diese Tatsache beweist das Vorhandensein eines spezifischen Stoffes im Baumwollsamenöl, der in den Ölen von Pflanzen anderer Familien fehlt. Untersuchungen haben bewiesen, daß dieser Körper in den Samen enthalten ist, und daß er mit dem Öle in den Ätherextrakt übergeht; weder die Blumenblätter der Baumwollpflanze, noch das färbende Pigment, durch das das frisch gepreßte Öl dunkel gefärbt wird, noch das völlig ausextrahierte Samenmehl geben die HALPHENsche Reaktion[3]).

Die Arbeiten über die Anwendung der Evolutionstheorie auf die chemische Tätigkeit der Pflanzen haben unsere Aufmerksamkeit auf eine Tatsache gelenkt, die mit dieser Reaktion im Zusammenhang steht. Dieselbe ist eigentümlich für Pflanzen, welche verschiedenen Familien der Ordnung Columniferae: *Gossypium*— Malvaceae, *Adansonia* und *Eriodendron*—Bombacaceae angehören. Diese Tatsache beweist, daß der betreffende Körper nicht gelegentlich vorkommt, sondern sich von einer Familie zur andern vererben kann; dieser Stoff stellt ein konstitutionelles oder physiologisch-chemisches Merkmal der vorliegenden Pflanzengruppe dar. Diese Annahme erfordert folgerichtig die Anwendung der HALPHENschen Reaktion auf Pflanzen, die genetisch mit Baumwolle, Baobab usw. verbunden sind.

Wenn schon die entfernteren Verwandten den farbgebenden Körper der HALPHENschen Reaktion als erbliches Merkmal besitzen, so sind die Aussichten für die Vererbung bei den nahen Verwandten um so größer. Die Untersuchungen der Öle verschiedener Samen, die uns zur Verfügung standen, haben diese Ansicht bestätigt.

---

1) BENEDIKT-ULZER, Analyse der Fette und Wachsarten, 1908, S. 710.

2) K. P. KARDASCHEW, HALPHENsche Reaktion. Aus den Arbeiten der sanitären Station in Moskau, 1912, Bd. 11, S 122 (russisch).

3) SERGIUS IVANOW und N. KOKOTKINA: Über die HALPHENsche Reaktion bei Malvaceae und Tiliaceae. Mitteilungen des Büros für Pflanzenzüchtung, Petrograd 1915, Lieferung Nr. 3 und 7.

Sämtliche Öle der Familie Malvaceae geben ausnahmslos die HALPHENsche Reaktion, ferner die von uns untersuchten Öle der Familie Tiliaceae und die Öle der Familie Bombacaceae. Die Öle der vierten Familie der Ordnung Columniferae—Sterculiaceae—*Cola, Theobroma*, geben keine HALPHENsche Reaktion.

Öle mit positiver HALPHENscher Reaktion:

I. Familie Malvaceae:

Gossypium herbaceum,
„ *hirsutum,*
„ *barbadense arboreum.*

Hibiscus syriacus,
„ *esculentus,*
„ *trionum,*
„ *ponticus.*

Malva brasiliensis,
„ *rotundifolia,*
„ *crispa,*
„ *oxyloba,*
„ *alcea,*
„ *parviflora,*
„ *moschata,*
„ *borealis,*

Malva duriana,
„ *verticillata.*
Sidalcea malvaeflora,
„ *candida.*
Lavatera cretica,
„ *trimestris,*
„ *plebeja,*
„ *mauritanica,*
„ *thuringiaca,*
„ *cashmeriaca.*
Althea cannabina,
„ *hirsuta,*
„ *officinalis,*
„ *armeniaca,*
„ *ficifolia.*
Sida sp.
Malvastrum peruvianum.

Malope.
Anoda cristata.
Abutilon Avicenne.
Urena lobata.

II. Familie Tiliaceae:

Tilia europea,
„ *parvifolia,*
„ *americana,*
„ *argentea,*
„ *macrophylla,*
„ *grandiflora.*

III. Familie Bombacaceae:

Adansonia digitata.
Eriodendron.

Öle mit negativer HALPHENscher Reaktion:

Sterculiaceae:

Theobroma Cacao. | *Sterculia.* | *Cola.*

Da die meisten Vertreter der Ordnung Columniferae in den tropischen Ländern wachsen und die Ausführung der HALPHENschen Reaktion sehr einfach ist, so wenden wir uns an die Forscher der betreffenden Länder mit der Bitte, die Prüfung der genannten Pflanzenarten auf die HALPHENsche Reaktion vorzunehmen und ihre Mitteilungen in dieser Zeitschrift zu veröffentlichen.

Nicht minder großes Interesse bietet die Feststellung der Wirkungsgrenzen einer anderen wichtigen Farbreaktion, der Reaktion von BAUDOUIN auf Sesamöl, die das Vorhandensein des „Sesamöl"-Methyläthers des Oxyhydrochinons anzeigt. Auch diese Reaktion ist sehr einfach auszuführen (2 bis 3 g Öl werden während

einer halben Minute mit 0,1 g Rohrzucker in 10 ccm Salzsäure vom spez. Gew. 1,19 geschüttelt, nach dem Absitzen nimmt die Säureschicht eine karminrote Färbung an).

Analog der HALPHENschen Reaktion darf auch hier vorausgesetzt werden, daß die Reaktion von BAUDOUIN nicht nur für Sesamöl, sondern auch für eine ganze Reihe anderer Vertreter der Pedaliaceae gilt.

Moskau, Mendelejew-Institut, Juli 1927.

---

63. Ernst Gäumann: Der jahreszeitliche Verlauf des Kohlehydratgehaltes im Tannen- und Fichtenstamm.

(Mit 3 Abbildungen im Text.)

(Vorläufige Mitteilung.)

(Aus dem Institut für spezielle Botanik der Eidg. Techn. Hochschule in Zürich.)

(Eingegangen am 17. Oktober 1927. Vorgetragen in der Novembersitzung.)

Wie MÜNCH (1927) in seinem Buch über den Bau und das Leben unserer Waldbäume gezeigt hat, sind wir noch weit davon entfernt, das Problem der Stoffspeicherung, Stoffwanderung und Stoffwandlung im Baumkörper zu erfassen, dies umsomehr, als wahrscheinlich je nach den klimatischen und den waldbaulichen Verhältnissen und je nach der Meereshöhe das Verhalten ein und derselben Baumart ein unterschiedliches sein kann.

Zum Zwecke der vorliegenden Untersuchungen wurden während 12 aufeinanderfolgender Monate jeweils um den 15. herum in einem homogenen, inmitten des schweizerischen Hügellandes etwa 50 km WSW von Zürich gelegenen Mischwald (Gemeindewald der Stadt Zofingen) je eine gleichaltrige (ca. 120—130jährige) und gleichwertige Fichte (*Picea excelsa*) und Tanne (*Abies pectinata*) gefällt. Die Beschreibung des Bestandes, des Untergrundes und der einzelnen Stämme wird in einer späteren Arbeit gegeben werden.

Der mittlere Gang der Temperatur während der fraglichen 12 Monate ist für eine Station, die 14 km von der betreffenden Waldparzelle entfernt liegt, aus Abb. 1 ersichtlich. Das betreffende Jahresintervall kann, mit Ausnahme der niederen Temperaturen im Juli und August 1927, als verhältnismäßig normal bezeichnet werden.

Desgleichen ragen die Niederschläge nur im Oktober 1926 und im August 1927 in besonderer Weise über die betreffenden Monatsmittel hinaus.

Zur Untersuchung des Kernes (des Reifholzes) wurde bei jedem der 24 Stämme aus dem zweiten Stammstück (4—8 m Höhe, vom Stock an gerechnet) der ganzen Länge nach ein Balken von 5—10 cm Querschnitt 3—5 cm vom Mark entfernt herausgeschnitten; es handelt sich also um reines Kernholz, ohne jede Beeinflussung vom Splint her. Zur Untersuchung des Splintes (des Jungholzes)

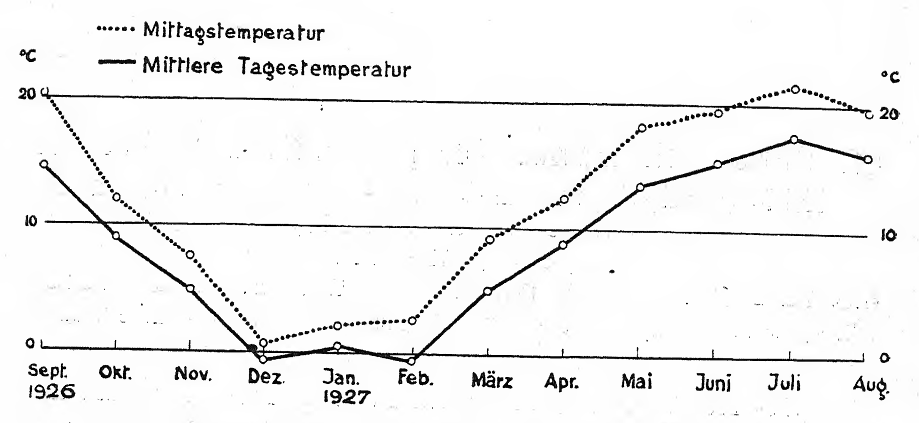


Abb. 1. Mittlere Mittagstemperatur und mittlere Tagestemperatur des Versuchswaldes.

diente ein ebensolcher, kernfreier, sorgfältig vom Bast befreiter Balken von der Außenseite des Stammes. Von jedem Balken wurden je 5—6 kg vermahlen und vermischt. Die analysierten Holzproben stellen daher eine Durchschnittsprobe aus 5—6 kg Ausgangssubstanz dar.

Die Kohlehydrate (über die andern Stoffe soll in der späteren Arbeit berichtet werden) wurden nach der Methode von König und Becker (1919) als Hexosane bestimmt. 5 g Trockensubstanz wurden mit 200 ccm 0.4 %iger Schwefelsäure 4 Stunden lang bei einem Überdruck von 3 Atmosphären gedämpft; unter diesen Bedingungen dürften die Hemizellulosen ziemlich vollständig hydrolysiert sein, ohne daß die Orthozellulose nennenswert angegriffen ist. Hierauf wurde abfiltriert, das Filtrat wurde mit Kalziumkarbonat neutralisiert, mit dem Waschwasser auf ein geringeres Volumen eingedampft und auf 200 ccm aufgefüllt. Der

durch das Volumen des gebildeten Kalziumsulfates und der geringen Menge überschüssigen Kalziumkarbonates entstehende Fehler wurde als unwesentlich vernachlässigt. In 100 ccm wurde durch Vergären unter Zusatz von 10 ccm RAULINscher Nährlösung aus dem Kohlensäureverlust der gärfähige Zucker ermittelt. Die Vergärung wurde mit reiner Bierhefe im Thermostaten bei 30° vorgenommen; sie war, wie jeweils die Kontrollen mit MEISSLscher

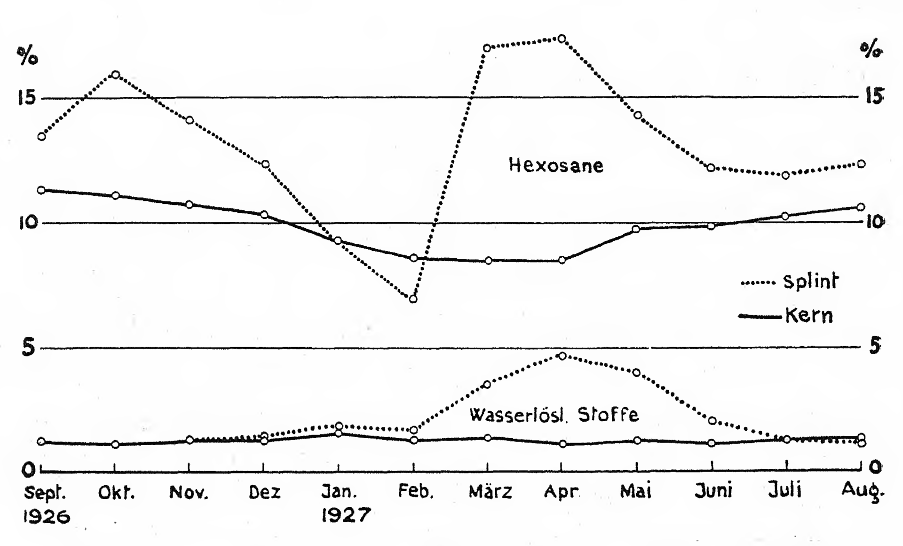


Abb. 2. Gehalt der Fichten an Hexosanen und an wasserlöslichen Stoffen während der zwölf Versuchsmonate.

Zuckerlösung zeigten, durchwegs nach 4—5 Tagen beendet. Der Gehalt an gärfähigem Zucker wurde durch Multiplikation mit 0.9 summarisch auf Hexosane zurückgeführt.

In diesem Sinne umfassen die Hexosane die gesamten disponiblen Kohlehydrate des betreffenden Stammabschnittes, also Zucker, Stärke und hexosenliefernde Hemizellulosen. Die Ergebnisse sind aus Abb. 2 und 3 ersichtlich. Ferner sind in Abb. 2 und 3 die „wasserlöslichen Stoffe“ eingezeichnet, also die Stoffe, die durch wiederholtes Sieden mit destilliertem Wasser (bis 20 mal, d. h. bis das Filtrat wasserklar blieb) herausgelöst werden konnten. — Alle in dieser Arbeit verwendeten Gehaltszahlen stellen das arithmetische Mittel aus mindestens 2 Parallelbestimmungen dar.

Betrachten wir zunächst die Hexosankurven. Beim Fichtenkern wird im September-Oktober ein Maximum oberhalb 11 % erreicht, dann sinkt der Gehalt allmählich im Laufe des Winters, erreicht im März mit 8.47 % ein Minimum und steigt gegen den Herbst hin wieder allmählich an. Beim Tannenkern läßt sich dieser jahreszeitliche Gang des Kohlehydratgehaltes nur in beschränktem Maße erkennen; sieht man vom Novemberstamm ab, der eine beschränkte Vitalität aufwies und schon im Abgehen

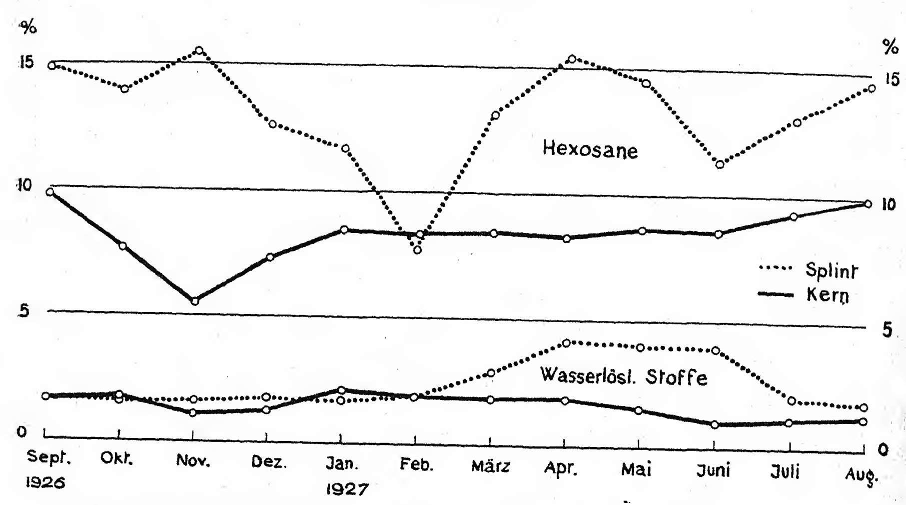


Abb. 3. Gehalt der Tannen an Hexosanen und an wasserlöslichen Stoffen während der zwölf Versuchsmonate.

begriffen war, so haben wir im Spätsommer (Juli-September) einen flachen Kurvengipfel oberhalb 9 %, darauf bis in den Winter hinein ein Absinken auf 7—8 % und hernach einen wagrechten Kurvenverlauf zwischen 8 und 9 %.

Abweichend vom Kohlehydratgehalt des Kernes verläuft der Kohlehydratgehalt des Splintes sowohl bei der Tanne wie bei der Fichte im Sinne einer zweigipfligen Kurve. Beim Fichtensplint wird im Oktober mit 15.9 % ein Herbstmaximum erreicht, dann erfolgt bis zum Februar (6.9 %) ein allmählicher Abtransport; hierauf setzt die Assimilation ein, und der Kohlehydratgehalt schnellt innerhalb eines Monates auf 16.9 % und im Monat April sogar auf 17.2 % empor. Dann fällt er ab, erreicht im Juli mit 11.8 % ein Sommerminimum und steigt hernach allmählich zum Herbstmaximum an.

Beim Tannensplint verläuft die Kurve gleichsinnig. Im November wird ein Herbstmaximum mit 15.5 % erreicht, hierauf erfolgt bis in den Februar (7.7 %) ein Abtransport, im März setzt die neue Vegetationsperiode ein, und der Kohlehydratgehalt steigt auf 13.0 % und hernach im April auf 15.3 %, darauf sinkt die Kurve zum Sommerminimum im Juni mit 11.3 % und steigt sodann bis in den November.

Es liegt also im jährlichen Gang des Kohlehydratgehaltes der Fichten- und Tannenstämme eine ausgesprochene Periodizität vor. Vergleicht man dieselbe mit dem Wachstumsrhythmus der beiden Holzarten, so ergibt sich Folgendes. Nach BURGER (1926) beginnt im schweizerischen Mittelland das Höhenwachstum der Fichte bei Tiefland-Saatgutprovenienz Mitte oder Ende Mai und wird Mitte oder Ende Juli beendet; bei der Tanne dauert es von Anfang Mai bis 2. Hälfte Juli; es wird also bei beiden Holzarten um reichlich 2—3 Monate früher abgeschlossen als nach den klimatischen Bedingungen notwendig wäre. Für das Dickenwachstum sind für unser Gebiet keine systematischen Untersuchungen durchgeführt worden. FRIEDRICH (1897) hat für Fichten im forstlichen Versuchsgarten in Wien unter klimatischen Verhältnissen, die, abgesehen von dem etwas kontinentaleren Charakter, mit den unsrigen eine gewisse Ähnlichkeit aufweisen, den Beginn des Dickenwachstums für Mitte April feststellen können; bis gegen Ende Mai nimmt der Zuwachs rapid zu, sinkt dann unbedeutend bis gegen Mitte Juni, erreicht Mitte Juli zum zweitenmal ein Maximum, nimmt dann ziemlich rasch ab und hört gegen Ende Oktober endgültig auf. Das auf Mitte Juli entfallende Maximum ist stärker ausgeprägt als dasjenige von Ende Mai. Für die Tanne scheinen keine entsprechenden Erhebungen vorzuliegen; unser Deutungsversuch muß sich daher auf die Fichte beschränken.

Betrachten wir zunächst den Splint. Der Beginn des Dickenwachstums der Fichte im April fällt mit einem Maximum des Kohlehydratgehaltes zusammen, das Maximum des Dickenwachstums im Juli führt in entsprechender Weise zu einem Minimum dieses Kohlehydratgehaltes. Da um diese Zeit auch das Höhenwachstum beendet wird, können die nunmehr gebildeten Kohlehydrate zur Anhäufung von Vorräten dienen (Oktobermaximum). Vielleicht ist dieses Herbstmaximum mit bedingt durch Kohlehydrate, die aus den Nadeln zurückwandern. Vom Oktober weg erfolgt den ganzen Winter über aus dem Splint des fraglichen Stammabschnittes ein Abtransport der Kohlehydrate; die sogenannte Winterruhe scheint

daher unter den klimatischen Verhältnissen des schweizerischen Mittellandes ein sehr relativer Begriff zu sein. Ob dieser Abtransport nach dem Stock oder nach der Krone hin erfolgt, läßt sich an Hand der vorliegenden Untersuchungen nicht entscheiden. Auf Grund der heutigen Vorstellungen würde man jedenfalls die letztere Möglichkeit für die wahrscheinlichere halten; ob in diesem Falle die Kohlehydrate in der Krone in irgendeiner Weise gespeichert oder während des Winters teilweise veratmet werden, muß ebenfalls eine offene Frage bleiben.

Nach dem Tiefstand um Mitte Februar setzt die Assimilation energisch ein und führt innerhalb eines Monats zum März-April-Maximum. Aus dem Umstand, daß schon im Februar-März-Intervall (mittlere Mittagstemperatur ca. 6°) eine ausgiebige Assimilation stattfindet, während erst im April (mittlere Mittagstemperatur 12.6°) und Mai (mittlere Mittagstemperatur 18.1°) das Wachstum einsetzt, darf geschlossen werden, daß bei der Fichte (und wahrscheinlich auch bei der Tanne) die Temperaturschwelle für die Assimilation erheblich niedriger ist als die Temperaturschwelle für das Wachstum.

Der Kern scheint von dieser Periodizität nur wenig berührt zu werden. Der Abtransport der Kohlehydrate dauert in dem fraglichen Stammabschnitt in gleichmäßiger Weise bis in den Februar bzw. bis in den April hinein; auch hier muß die Frage offen bleiben, ob er nach dem Stock oder nach der Krone hin erfolgt. Hierauf findet bis in den Herbst hinein eine allmähliche Speicherung der Reserven statt.

Vielleicht darf man sich das unterschiedliche Verhalten der Splint- und der Kernkurve dahin erklären, daß das Dickenwachstum der beiden Koniferenarten aus den im betreffenden Jahre selbst gebildeten Kohlehydraten bestritten wird (zunächst auf Grund der im Februar-April-Intervall gebildeten Vorräte), das Höhenwachstum dagegen (und das Wachstum der Krone überhaupt) aus den Reserven, die im vorangegangenen Herbst im Kern angehäuft und im Laufe des Winters in die Krone abtransportiert worden sind. Doch müßte diese Auffassungsweise erst an Hand systematischer Untersuchungen nachgeprüft werden.

Fragen wir uns zum Schluß, welcher Natur diese gespeicherten Kohlehydrate sein mögen, so müssen wir bedauern, daß die heutigen Methoden der Holzanalyse eine hinlänglich scharfe Unterscheidung zwischen Stärke und Hemizellulosen (wegen der teilweisen Diastaselöslichkeit der letzteren) noch nicht ermöglichen. Wir sind daher auf indirekte Schlußfolgerungen auf Grund der Wasserextrakte angewiesen. Diese Wasserextrakte bleiben sowohl

für den Fichten- wie für den Tannenkern während des ganzen Jahres ungefähr konstant. Beim Splint geht dagegen sowohl bei der Fichte wie bei der Tanne mit dem Frühjahrsmaximum des Kohlehydratgehaltes auch ein Maximum der Wasserlöslichkeit einher, nicht aber beim Herbstmaximum des Kohlehydratgehaltes. Das Herbstmaximum des Kohlehydratgehaltes muß also chemisch von anderer Beschaffenheit sein als das Frühjahrsmaximum. Sieht man vom Fettgehalt, über den wir in der späteren Arbeit sprechen werden, ab, so sollte man erwarten, daß, wenn das Herbstmaximum ausschließlich aus Stärke bestehen würde, zwischen dem Extraktgehalt des Oktobers (bei der Fichte mit 15.9 % Hexosanen) und demjenigen des Februars (bei der Fichte mit 6.9 % Hexosanen) trotz der schlechten Diffundierbarkeit des Kleisters ein größerer Unterschied sein müßte, als er durch die Extraktkurven tatsächlich ausgewiesen wird. Die Vermutung ist daher nicht von der Hand zu weisen, daß ein Teil der Reserve-Kohlehydrate auch bei der Fichte und Tanne, wie bei den Laubhölzern, in der Gestalt von Hemizellulosen eingelagert wird.

Zitierte Literatur.

BURGER, H., 1926: Untersuchungen über das Höhenwachstum verschiedener Holzarten. (Mitteil. schweiz. Centralanst. forstl. Versuchswesen, **14**, 29–158.)

FRIEDRICH, J., 1897: Über den Einfluß der Witterung auf den Baumzuwachs. (Mitteil. Forstl. Versuchswesen Oesterr., **22**, 1–160.)

KÖNIG, J. und BECKER, E, 1919: Die Bestandteile des Holzes und ihre wirtschaftliche Verwertung. (Ztschr. angew. Chemie, 32, I, 155–160.)

LECLERC DU SABLON, M., 1904: Recherches physiologiques sur les matières de réserves des arbres. (Rev. gén. de bot., **16**, 341–401.)

MÜNCH, E., 1927: Bau und Leben unserer Waldbäume, begr. v. BÜSGEN. Jena, 426 p.

64. E. W. Schmidt: Zur Mosaikkrankheit der Zuckerrübe.

(Mit 2 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 20. Oktober 1927. Vorgetragen in der Novembersitzung.)

Die Mosaikkrankheit der Zuckerrübe ist neuerdings Gegenstand eingehenderer Untersuchungen geworden (BÖNING [1], SCHAFFNIT [2], SCHAFFNIT und WEBER [3]). Obwohl nun das Krankheitsbild sehr charakteristisch ist, so muß es doch „nach alledem recht unbefriedigend scheinen, daß das ganze Phänomen der Fleckbildung durch die innere Untersuchung nur wenig aufgeklärt wird“ (BÖNING l. c. S. 95). Das einzige, was bisher sichtbar gemacht werden konnte, war die Tatsache der Stärkeanhäufung in den dunkleren Blattpartien. Der Nachweis ist aber sowohl für ganz junge Blätter, wie auch für alte Blätter nicht deutlich zu führen (BÖNING l. c. S. 112).

Man kann nun aber zu jeder Zeit der Erkrankung und in allen Entwicklungsstadien der Blätter ihren pathologischen Zustand an der Menge und Verteilung des Calciumoxalates in den Blättern erkennen. Die Rübenblätter führen reichliche Mengen Calciumoxalat in den Mesophyllzellen in Form dicker Drusen. Die Größe und Anzahl dieser Drusen ist jedoch schwankend je nach der Stärke der Stoffwechseltätigkeit des Blattes. Und zwar sind diese Schwankungen so fein abgestuft, daß die Drusen geradezu ein Kriterium der jeweiligen Stoffwechselintensität der betreffenden Blattstelle, in der sie liegen, abgeben können. Als treffliches Beispiel, diese Verhältnisse klar zu legen, möge ein gelbpanaschiertes Blatt der Zuckerrübe dienen. Daß in panaschierten Blättern der Calciumoxalatgehalt geringer ist, als im normal grünen Blattanteil, stellte schon SCHIMPER (4) bei weißpanaschiertem *Acer negundo* fest. (Es kann aber bei anderen Objekten auch umgekehrt sein. cf. KÜSTER [5] S. 48.) Schneidet man aus dem grünen und dem panaschierten Anteil eines Zuckerrübenblattes je ein Stück heraus, kocht dieses in Chloralhydrat und untersucht das jetzt vollständig durchsichtige Blatt unter dem Mikroskop, so ergibt sich das Bild wie es in der beigefügten Photographie wiedergegeben ist (Abb. 1).

Betrachtet man ein auf diese Weise präpariertes panaschiertes Blatt, daß alle Übergänge von weiß über gelb, gelbgrün zu grün

zeigt, so kann man aus der Anzahl der Oxalatdrusen pro Flächeneinheit sowohl wie auch an ihrer Größe die ineinander übergehenden einzelnen Zonen deutlich erkennen. In der weißpanaschierten Zone sind die Drusen sehr klein und ganz weitläufig verteilt. In der gelben Zone schwellen sie schon an und rücken näher zusammen, in der gelbgrünen Zone sind sie fast normal und beinahe

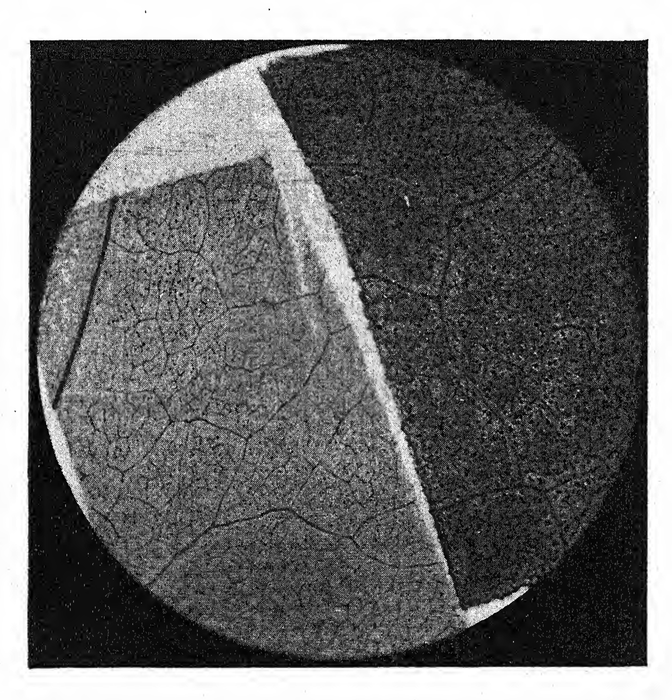


Abb. 1. Links panaschierter Anteil, rechts grüner Anteil eines Zuckerrübenblattes.

so zahlreich wie in dem grünen Anteil, aber immer noch deutlich zu unterscheiden von denen der grünen Zone, wo erst die volle Ablagerung in normaler Anzahl und Größe statthat. Bei dieser engen funktionellen Abhängigkeit der Calciumoxalatanhäufung von der Chlorophylldichte war zu erwarten, daß sich bei dem mosaikkranken Blatte ähnliche Bilder ergeben[1]). Die Untersuchung zeigte,

1) Selbstverständlich läßt dieser Analogieschluß keinen weiteren Schluß zu hinsichtlich etwa einer Gleichartigkeit des pathologischen Charakters der Panaschüre und der Mosaikkrankheit, die grundsätzlich etwas Verschiedenes darstellt (cf. auch SCHAFFNIT [2]).

daß dieses der Fall ist. In der in der Abb. 2 wiedergegebenen Photographie ist ein großer mosaikkranker Teil eines Blattes neben einem kleinen gesunden Teil eines Blattes derselben Pflanze wiedergegeben. Man sieht sofort die ungleichmäßige Verteilung des Calciumoxalates in dem kranken Blattstück gegenüber dem gesunden Blatteil. Zu mächtigen Kristallmassen gehäuft liegen die Drusen

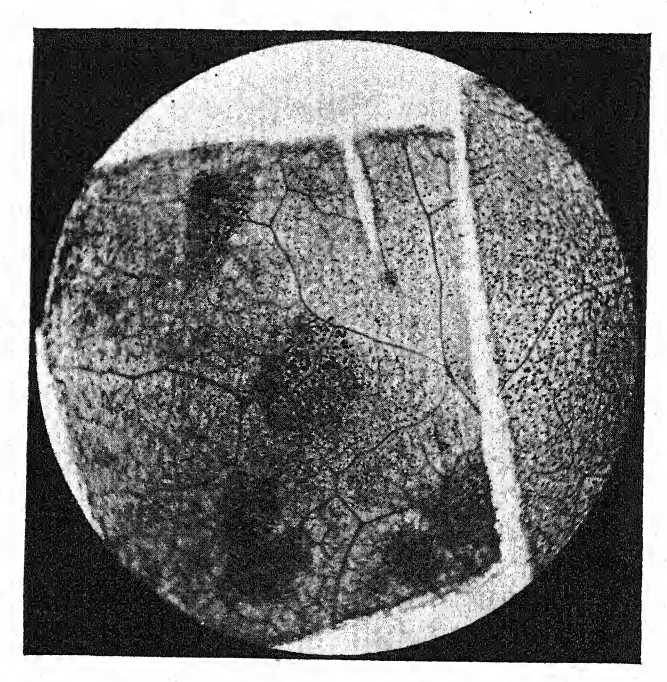


Abb. 2. Links mosaikkranker, rechts gesunder Anteil zweier Blätter derselben Pflanze.

an den Stellen, die beim lebenden Blatte dunkelgrün erscheinen. In den kranken Teilen sind dagegen weniger Drusen zu finden, und diese sind, wie deutlich zu erkennen, wesentlich kleiner.

Wir haben also in der Verteilung des Calciumoxalates in mosaikkranken Rübenblättern ein eindeutiges Kriterium vor uns für die Krankheit selbst sowohl wie auch für den Grad der Erkrankung.

Die physiologische Erklärung dieser Erscheinung dürfte vielleicht im Folgenden liegen: Die Häufung des Chlorophylls in den daher dunkel erscheinenden Flecken des mosaikkranken Blattes hat bei Belichtung eine erhöhte Kohlehydratbildung an diesen

Stellen zur Folge, wie sie sich in einer entsprechenden Stärkeanhäufung ja auch kund gibt. Von der Stärke der Kohlehydratbildung ist wiederum die Größe des Eiweißaufbaues abhängig, der bei Anwesenheit der passenden Kohlehydrate hauptsächlich aus Nitraten vor sich geht. Die dabei freiwerdenden Basen werden durch Oxalsäure neutralisiert (ARTHUR MEYER [6]). Das Neutralisationsprodukt ist Calciumoxalat, so daß somit die Menge des Calciumoxalates einen Rückschluß zuläßt auf die Intensität des Stoffwechsels an ihren Ablagerungsstellen.

Es sind demnach die dunkelgrünfleckigen Stellen eines mosaikkranken Blattes Orte lebhaftester Stoffwechseltätigkeit, während diese in den kranken hellen Stellen gestört ist. Dieses gibt der Vermutung Raum, daß die dunkelgrünen Blattanteile mit ihrer gesteigerten Stoffwechseltätigkeit für den pathologisch geschwächten Stoffwechsel in den hellgrünen, erkrankten Teilen des Blattes einen Ausgleich schaffen.

Klein-Wanzleben, im Oktober 1927.

Literatur.

1. BÖNING, K. Die Mosaikkrankheit der Zuckerrübe. Forschungen auf dem Gebiet der Pflanzenkrankheiten und der Immunität im Pflanzenreich. Herausgegeben von E. SCHAFFNIT. Heft 3. 1927.
2. SCHAFFNIT, E. Panaschierung und Mosaikkrankheit. Ebenda. Heft 4. 1927.
3. SCHAFFNIT und WEBER. Über das Vorkommen von intrazellularen Körpern in den Geweben mosaikkranker Rüben. Ebenda. Heft 4. 1927.
4. SCHIMPER, A. F. W. Über Kalkoxalatbildung in den Laubblättern. Bot. Zeitung 1888. S. 81.
5. KÜSTER, E. Anatomie des panaschierten Blattes. In LINSBAUER, Handbuch der Pflanzenanatomie. Bd. VIII. 1927.
6. MEYER, ARTHUR. Die Beziehung zwischen Eiweiß und Säurebildung in Laubblättern. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. Bd. XXXVI. 1918. S. 508.

---

65. E. Gilg und P. N. Schürhoff: Antikritisches zur Kritik von Mez zu unserer Veröffentlichung: Unsere Erfahrungen über die Brauchbarkeit der Serodiagnostik für die botanische Verwandtschaftsforschung.

(Eingegangen am 25. Oktober 1927. Vorgetragen in der Novembersitzung.)

Im „Botanischen Echo“ I., S. 238 (vom 1. VIII. 1927), hat MEZ zu unserer Veröffentlichung in den Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1927, Bd. 45, S. 315—330, Stellung genommen. Ohne auf den sachlichen Inhalt unserer Publikation einzugehen oder überhaupt nur zu versuchen, die von uns aufgedeckten Mängel in den Arbeiten seiner Mitarbeiter aufzuklären, stellt er hier Behauptungen auf, die objektiv unzutreffend sind, so daß wir schon aus diesem Grunde nicht mit Stillschweigen darüber hinweggehen können. Wenn MEZ unsere tatsächlichen Angaben als Gift und Galle, als persönliche Invektiven usw. ansieht, so steht ihm dies doch wohl schlecht an, da über die Tonart des Botanischen Echos genügend Äußerungen in der Fachpresse niedergelegt sind. Unsere Ausführungen unterliegen vor der Publikation der Prüfung eines einwandfreien, objektiven Redaktionskomitees.

MEZ gibt an: „BÄRNER, einer der Mitarbeiter von GILG-SCHÜRHOFF, hat einen Artikel geschrieben: „„Berlin gegen Königsberg, ein wissenschaftliches Duell““. — So sieht also Wissenschaft aus, wenn sie zur Parteisache gemacht wird.“ Weiter fährt er fort: „BÄRNER in seinem oben zitierten Pamphlet läßt einen Einblick in die Berliner Mentalität tun; er deutet an, ich könne durch meine Praktikanten getäuscht worden sein. Das besagt also, der Königsberger Stammbaum könne Schwindel, bewußter Betrug sein, die Reaktionen seien mit unseren Anschauungen über die Verwandtschaften in Übereinstimmung gebracht worden. — Wer derartiges, ohne Beweise dafür zu haben, auch nur andeutet, richtet sich vor den Augen aller Anständigen von selbst. Glauben die Berliner, ich hätte mich durch WETTSTEIN beeinflussen lassen, als ich die Aristolochiaceae zu den Ranales, oder die Plumbaginaceae und Primulales vom ENGLERschen System abweichend zu den Centrospermen brachte, oder ich hätte, durch BAILLON beeinflußt, die Lentibulariaceae zu den Primulales geschwindelt, oder ich hätte

SCHINDLER zuliebe die Hippuridaceae-Reaktionen zu Gunsten eines Anschlusses an die Polygonaceae gefälscht? Wer so etwas auch nur andeutungsweise zu schreiben wagt, hat keine Ahnung von der Grundlage wissenschaftlicher Arbeit, der Ehrlichkeit."

Gegenüber diesen Anwürfen von MEZ haben wir festzustellen, daß der Verfasser des genannten Artikels nicht unser Mitarbeiter BÄRNER ist, sondern Dr. WÄCHTER - München, der langjährige Sekretär der Deutschen Botanischen Gesellschaft!!! Hiermit entfallen alle Auslassungen von MEZ, soweit sie an unsere Adresse gerichtet sind. Es ist Sache des Herrn Dr. WÄCHTER, auf die Vorwürfe von MEZ zu antworten, was inzwischen in nicht mißzuverstehender Weise geschehen ist (Apotheker-Zeitung 1927, Nr. 88, S. 1322). Wir können nur sagen, daß der Artikel von Dr. WÄCHTER vollkommen unparteiisch den wissenschaftlichen Streitfall schildert. Nachdem WÄCHTER über die Königsberger Arbeiten einerseits, die Berliner andererseits, völlig objektiv referiert hat, schließt er seine Darstellung folgendermaßen: „Da es sich bei den Berliner Untersuchungen um die Nachprüfung der Methode handelt und nicht etwa um die Deutung der Versuche, so drängt sich dem unbefangenen Dritten natürlich die Frage auf, wie derartige Differenzen, wie sie hier zutage treten, zu erklären sind. Eigentlich gibt es nur zwei Möglichkeiten: entweder beherrschen die Berliner die Methoden nicht, oder die Königsberger sind das Opfer einer Täuschung geworden. Da die Berliner Herren die Methodik im Kaiser - Wilhelm - Institut für experimentelle Therapie und in der Bakteriologischen Abteilung des Reichsgesundheitsamtes erlernt haben und ständig mit diesen Instituten in Verbindung stehen, da ihre Versuche dort zum Teil nachgeprüft und für richtig befunden wurden, so kann man doch wohl nicht annehmen, daß die erste Möglichkeit gegeben ist. Andererseits sieht MEZ auf eine langjährige Erfahrung herab, und er müßte mit Blindheit geschlagen sein, wenn er sich jahraus, jahrein täuschen ließe. Es wird nun nichts anderes übrigbleiben, als daß in einem weiteren Institut ebenfalls serodiagnostische Untersuchungen angestellt werden, um die Frage zu entscheiden, wer nun eigentlich recht hat.

Vielleicht müssen noch Hekatomben von Kaninchen ihr Leben lassen, bis einwandfrei entschieden ist, ob die Serodiagnostik für die Botanik brauchbar ist oder nicht."

Wir müssen es dem einzelnen Wissenschaftler überlassen, ob hier der Vorwurf gegen WÄCHTER berechtigt ist, daß er eine Parteisache vertreten habe und „keine Ahnung von der Grundlage

wissenschaftlicher Arbeit, der Ehrlichkeit", besitze. So sieht der „Einblick in die Berliner Mentalität" bei MEZ aus.

MEZ führt unsere „wirren, aller Vernunft ins Gesicht schlagenden Reaktionen" auf die von uns in erster Linie angewandte Ringmethode zurück. — Hierauf haben wir zu erwidern, daß in allen bisherigen Publikationen immer wieder ausdrücklich betont ist, daß unsere Mitarbeiter in großem Umfange auch mit der Königsberger Methode, der Ablesung eines Niederschlages nach 12 bzw. 6 Stunden Aufenthalt im Brutschrank, gearbeitet haben. Diese Methode erwies sich jedoch durch die Unmöglichkeit einer genauen Ablesung als unbrauchbar. Es stellte sich heraus, daß die Eiweißlösungen sich in den wenigsten Fällen so lange Zeit klar halten, daß sie vielmehr fast immer Eigentrübungen unterliegen. Dadurch wird die Genauigkeit sehr beeinträchtigt. Erstens ist dann die Forderung nicht erfüllt, daß man mit klaren Antigenlösungen arbeiten soll, zweitens finden wir dann in fast allen Reaktionsgläsern mehr oder weniger Übergänge vom feinsten Trübungsschleier bis zum wirklichen Niederschlag. Es ist meist nicht möglich, eindeutig zu unterscheiden, liegt hier nur eine Trübung, also ein negatives Ergebnis, oder ein beginnender Niederschlag, also ein positives Ergebnis, vor. Fast jede Trübung setzt sich allmählich als Niederschlag zu Boden. Aus diesem Grunde wurde seinerzeit die Einführung der Ringmethode als großer Fortschritt in der Geschichte der Serologie begrüßt. Sie verkürzt die Reaktionszeit von Stunden auf Minuten, schaltet dadurch die Eigentrübungen der kolloidalen Eiweißlösungen aus und gibt durch die weiße Ringbildung an der Überschichtungsgrenze von Eiweiß und Serum ein untrügliches Merkmal der Ablesung.

Ganz unverständlich ist es, wie MEZ im Botanischen Echo die Arbeit von BOYDEN (Biol. Bull. Marine Laborat. Woods Hole 1926, p. 73—106) zu seiner Rechtfertigung heranziehen kann, indem er sagt: „die von GILG-SCHÜRHOFF angewendete Untersuchungsmethode (Ringmethode in Kapillaren) ist schon bei zoologischen Objekten unzuverlässig. BOYDEN untersucht diese Methode bezoologischen Verwandtschaftsuntersuchungen kritisch und kommt zum Ergebnis, daß sie bei bekannten Reaktionsflüssigkeiten ca. 50 %, bei unbekannten aber bis 100 % Fehlschläge gäbe."

Wir müssen im Interesse der wissenschaftlichen Wahrheit hervorheben, daß dieser Autor von MEZ absolut nicht sinngemäß zitiert wird. Diese Auslegung der BOYDENschen Angaben verkehrt den Sinn und das ganze Ergebnis seiner Arbeit ins Gegenteil. Gerade BOYDEN sagt im Beginn seiner Arbeit, es gibt

keinen Grund mehr zur Aufrechterhaltung der Flockenmethode, d. h. der Niederschlagsbildung nach Stunden, seitdem die Ringi methode entdeckt ist. Manche abweichenden Ergebnisse im Anfang der serologischen Forschung seien auf die Unmöglichkeit einer genauen Ablesung auf Grund der Flockenmethode zurückzuführen. „FORNET and MULLER further studied this technique and recommended this ring test strongly because of its greater definiteness. Today the best workers employ this test and indeed there is no longer any excuse for the continued use of the older flocculation test."

MEZ stützt sich offenbar auf den Satz: „the possible error in reading the ring test in this study has been 50—100 per cent". BOYDEN erklärt diesen Ausdruck mit hinreichender Deutlichkeit folgendermaßen (p. 84): „By „„possible error"" is meant simply that inasmuch as the dilutions tested were each 50 per cent less than the preceding dilution, the maximum error, should the end point actually fall somewhere between two successive dilutions, would be 50 per cent." Es handelt sich also keineswegs um 50—100 % Fälle, in denen ein fehlerhaftes Resultat erzielt wird, sondern um eine Differenz der Antigenkonzentrationen um 50 oder 100 %, je nachdem man eine Staffel 1:50, 1:100, 1:150, 1:200 usw. oder 1:100, 1:200, 1:400, 1:800 usw. wählt, und der Ausdruck BOYDENs besagt lediglich, daß die Möglichkeit einer falschen Ablesung zwischen zwei aufeinander folgenden Gläsern liegt. Es liegt, wie BOYDEN weiterhin angibt, in der Hand des Untersuchers, diese Fehlermöglichkeit noch weiter zu reduzieren, wenn man eine noch engere Staffel wählt, wie z. B. 1:100, 1:125, 150, 175 usw. Dieser Sinn des BOYDENschen Ausdrucks geht im übrigen auch aus seiner Kritik der Arbeiten von FRIEDBERGER und MEISSNER hervor (p. 104), die mit einer Staffel 1:100, 1:200, 1:1000, 1:10 000 und 1:20 000 gearbeitet haben, und deren „possible error" er in den meisten Fällen auf 1000 % schätzt.

Daß diese Fehlermöglichkeit bei der von den Königsberger Autoren angewandten Flockenmethode bedeutend höher sein muß, liegt auf der Hand und geht auch aus BOYDENs Ansicht über dieses Verfahren hervor: „the probability of error in such determinations must have been very high and no doubt some of the discordant results obtained by early investigators were due of this very fact".

Es ist eben, wie BOYDEN sagt, in der Verwandtschaftsforschung noch so, daß man bei jeder Reaktion nur von einer gewissen Wahrscheinlichkeit der Gültigkeit sprechen kann, von

absolut schlüssigen Reaktionen sind wir noch weit entfernt. Daher erklären sich auch die nach MEZ „wirren Ergebnisse in Berlin“. MEZ hat eine veraltete Methode angewandt und keine quantitativen Eiweißbestimmungen vorgenommen. Daß wir deshalb seine Resultate, die unumstößlich sein sollen, in Zweifel ziehen, dürfte wohl verständlich sein.

Wenn daher MEZ sagt: „die von GILG-SCHÜRHOFF angewandte Untersuchungsmethode ist schon bei zoologischen Objekten unzuverlässig“, und sich hierbei auf BOYDEN bezieht, so hätte er nicht verschweigen dürfen, daß die veraltete und verlassene „Königsberger“ Methode noch viel unzuverlässiger ist.

Die forensische Bedeutung der Ringmethode, deren allgemeine Anerkennung MEZ früher als Beweis für die Zuverlässigkeit seiner serodiagnostischen Ergebnisse anführte, kann auch durch seine falschen Behauptungen nicht berührt werden. Die BOYDENsche Arbeit, bei der es sich im übrigen um die Untersuchung von Verwandtschaftsreaktionen und nicht von Identitätsreaktionen handelt, hat in Wirklichkeit kein Resultat ergeben, das diese Bedeutung der Ringmethode irgendwie beeinträchtigen könnte.

MEZ behauptet ferner, es sei ungerecht und zeuge von bösem Willen, sei auch in der Wissenschaft nicht üblich, wenn Untersuchungsfehler, auf die sie selbst hingewiesen hätten, und die von ihnen korrigiert seien, immer wieder gegen ihn verwendet würden. Demgegenüber haben wir festzustellen, daß die Arbeiten aus seinem Institut im Laufe von etwa 15 Jahren ohne seine sogenannten späteren Verbesserungen ausgeführt sind und die Grundlage des „Königsberger Stammbaumes“ bilden. Solange diese Arbeiten mit ihren Schlußfolgerungen wegen fehlerhafter Methodik von MEZ nicht desavouiert werden, bilden sie für jede Nachprüfung den Ausgangspunkt und unterstehen der wissenschaftlichen Kritik. Daß unsere Untersuchungen immer noch fortgeführt werden, haben wir stets betont. Nachdem wir uns aber einmal der Aufgabe unterzogen haben, die wissenschaftlichen Grundlagen des „Königsberger Stammbaumes“ nachzuprüfen, können wir uns nicht darauf beschränken, die in Königsberg selbst gefundenen Fehler anzuerkennen, sondern wir haben auch die Verpflichtung, auf weitere Fehler der Methode sowohl wie besonders auch der Deduktionen hinzuweisen.

---

66. E. Heitz: Geschlechtschromosomen bei Pellia Fabbroniana (diöcisch) und P. epiphylla (monöcisch).

(Mit 1 Abbildung im Text.)

(Vorläufige Mitteilung.)

(Eingegangen am 19. November 1927. Vorgetragen in der Novembersitzung.)

Vor kurzem wurde gezeigt (HEITZ 1927, Abh. d. Natw. Vereins Hamburg XXI), daß fast alle bis jetzt an Lebermoosen vorgenommenen Chromosomenzählungen unrichtig sind. In der Haplophase finden sich nicht 8, sondern 8 + 1 sehr kleines, bisher von den meisten Autoren übersehenes Chromosom. In der genannten Arbeit sprach ich die Vermutung aus, daß dieser von mir vorläufig als m-Chromosom bezeichnete Körper ein Geschlechtschromosom sei. Der exakte Nachweis hierfür in jedem einzelnen Fall war zu erbringen. Er ist mir jetzt bei einer Art, *Pellia Fabbroniana*, geglückt.

Zunächst waren einige Schwierigkeiten, die für meine Auffassung bei dieser Art bestanden, zu beseitigen. Kürzlich hat nämlich LORBEER (1927, Ztschr. f. indukt. Abst. u. Vererbgsl. 44) für *P. Fabbroniana* und *P. Neesiana* als Haploidzahl zwar auch 9 im weiblichen, aber 7 im männlichen Geschlecht angegeben. Es bestünde, wären diese Angaben sowie die entsprechenden über die Reduktionsteilung richtig, ein ganz neuartiger Geschlechtschromosomenmechanismus. Das weibliche Geschlecht wäre durch einen xx-Geminus (!) charakterisiert, der bei der Reduktionsteilung ungetrennt an einen Pol wandern soll, während die 14 Partner der übrigen 7 Gemini wie üblich auf die zwei Zellen verteilt werden.

An Material verschiedener, weit voneinander entfernter Standorte ließ sich nun mit absoluter Sicherheit zeigen, daß entsprechend meiner ersten Zählung, die an nicht fruktifizierenden Individuen vorgenommen worden war, die Männchen ganz ebenso wie die Weibchen 8 + 1 sehr kleines Chromosom besitzen und von 7 gar nicht die Rede sein kann. Auch die LORBEERsche Angabe von 8 Chromosomen für die monözische *Pellia epiphylla* ist falsch. Einwandfrei zeigten Individuen von 10 deutschen, 1 dänischen, 1 holländischen und 3 schweizerischen Standorten 9 bzw. 18 Chromosomen.

Meiner Auffassung, das m-Chromosom sei ein Geschlechtschromosom, standen also prinzipiell keine Schwierigkeiten mehr im Wege. Es galt nun, Größen- bzw. Formenunterschiede zwischen dem vermeintlichen x- und y-Chromosom nachzuweisen. Bei der Durchsicht zahlreicher Platten ließen sich folgende sichere Beobachtungen machen:

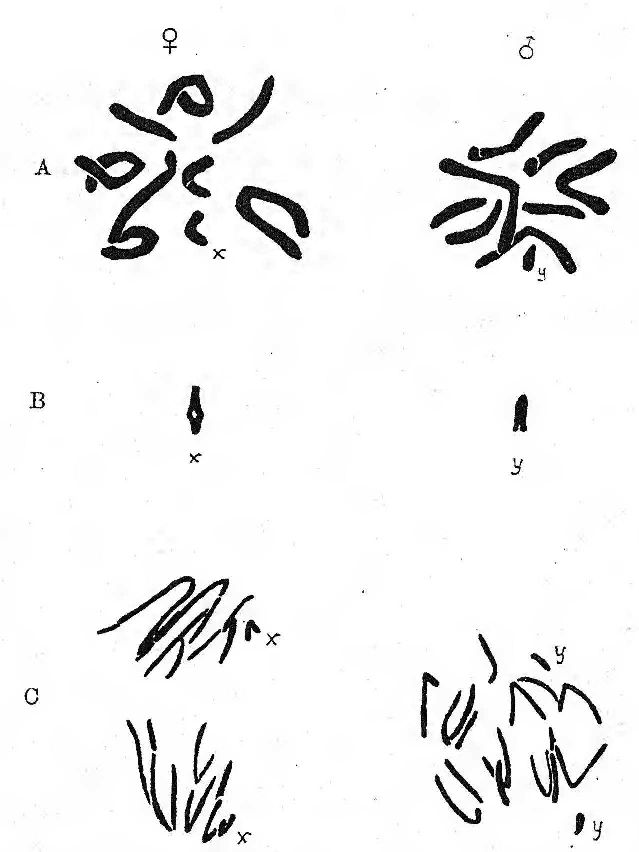


Abb. 1. Die Geschlechtschromosomen von *Pellia Fabbroniana* — Weibchen (links) und Männchen (rechts) — während der Metaphase (A), Meta-Anaphase (B) und Anaphase (C). Näheres vgl. Text. Vergr. 3000×.

1. Im weiblichen Geschlecht ist das m-Chromosom verhältnismäßig groß und deutlich gekrümmt. Im männlichen Geschlecht dagegen ist es etwas kürzer und gerade (Abb. 1, A). Das weibliche m-Chromosom ist ein fast symmetrisches oder kk-Chromosom, das männliche ein stark asymmetrisches oder k··Chromosom (vgl. HEITZ, Ztschr. f. Bot. 1925/26).

2. Entsprechend ist auch in Telophasen das größere weibliche Chromosom immer v-förmig gekrümmt, das kleinere männliche immer gerade (Abb. 1, C).

3. Die Spaltung der großen Autosomen (die der Form nach genau definiert werden: 4 LL, 4 Lk), beginnt stets an der Umbiegungsstelle, also in der Mitte bei den symmetrischen, subterminal bzw. terminal bei den asymmetrischen Chromosomen. Demgemäß mußte sich auch in dieser Hinsicht das m-Chromosom des Weibchens vom m-Chromosom des Männchens unterscheiden. Das ist der Fall. Das „x-Chromosom" trennt als fast symmetrisches immer in der Mitte zuerst, das „y-Chromosom" stets am proximalen Ende (Abb. 1, B).

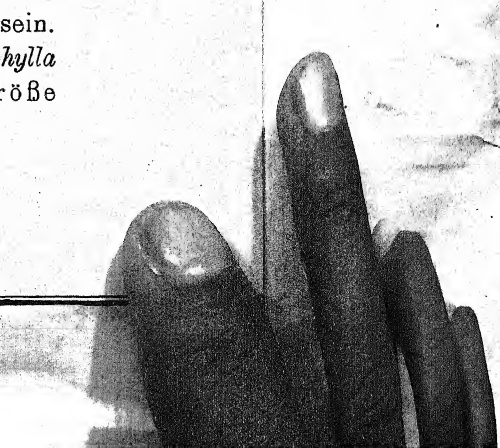
Diese auf 3 Stadien der Mitose sich jeweils entsprechenden Unterschiede zwischen den beiden m-Chromosomen beweisen das Vorhandensein eines xy-Mechanismus bei *Pellia Fabbroniana.*

Nach meinen Feststellungen ist die Genomformel von *P. Neesiana* ♀ genau dieselbe wie bei *P. Fabbroniana* ♀ 4 LL, 4 Lk, 1 kk (= x-Chromosom). Also wird auch diese Art dem xy-Schema folgen.

Bisher hat man nur den Geschlechtschromosomen diöcischer Organismen seine Aufmerksamkeit geschenkt. Geschlechtsgene enthaltende Chromosomen sind aber selbstverständlich auch bei monöcischen Organismen vorhanden. Zwei Bedingungen müssen erfüllt sein, damit sie erkannt werden können. 1. Es muß von zwei nahe verwandten Arten die eine diöcisch, die andere monöcisch sein. 2. Bei diesen beiden Arten müssen die Chromosomen jeweils untereinander formverschieden sein, so daß mindestens ein Teil der Chromosomen der einen Art mit einem Teil der Chromosomen der anderen Art homologisiert werden kann. Beide Bedingungen sind bei *Pellia* erfüllt. Die monöcische *P. epiphylla* konnte genau in der Form der Chromosomen charakterisiert werden. Wie bei der diöcischen *P. Fabbroniana* (und *P. Neesiana*) sind lange symmetrische oder fast symmetrische Chromosomen und um ungefähr die Hälfte kürzere, stark asymmetrische vorhanden. Die Formel lautet:

5 LL, 4 Lk.

4 der symmetrischen LL-Chromosomen entsprechen den 4 LL-Chromosomen, 4 der stark asymmetrischen der Lk-Chromosomen den 4 Lk-Chromosomen von *P. Fabbroniana.* Das eine der 5 LL-Chromosomen muß also dem m-Chromosom dieser Art homolog sein. Das Geschlechtschromosom der monöcischen *P. epiphylla* ist also ein symmetrisches Chromosom von der Größe



und Form der LL-Autosomen und in letzterer dem x-Chromosom ähnlicher als dem y-Chromosom.

Wie aus den früheren Abbildungen (HEITZ 1927) und neuen Ermittelungen hervorgeht, ist auch das Genom folgender *Pellia* nahestehender Arten ebenso oder fast ebenso, was die Form der Autosomen und ebenso, was das Vorhandensein des m-Chromosoms angeht, zusammengesetzt:

Mörkia hibernica,
Petalophyllum Ralfsii,
Makinoa crispata,
Fossombronia caespitiformis,
Androcryphia confluens.

Es ist daher so gut wie sicher, daß auch hier das m-Chromosom ein Geschlechtschromosom ist.

Bei der Untersuchung wurde ausschließlich die Kochmethode angewandt. Sie hat sich also auch in der Kritik gegenüber Resultaten, die mit der herkömmlichen Methode erhalten wurden, als brauchbar und für die Feststellung feinster Formunterschiede als dieser ebenbürtig erwiesen.

---

67. Bruno Huber: Zur Methodik der Transpirationsbestimmung am Standort.

(Mit 2 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 21. November 1927. Vorgetragen in der Novembersitzung.)

Das wachsende Interesse an ökologischen Fragen zwingt uns, die in der Laboratoriumsphysiologie gebräuchlichen Methoden den veränderten Umständen, unter denen der experimentelle Ökologe arbeiten muß, anzupassen. Die Methoden müssen es ermöglichen, den fraglichen Lebensvorgang so, wie er unter natürlichen Verhältnissen verläuft, zu verfolgen. Hierbei können wir zwei Typen von Methoden unterscheiden, Differentialmethoden, wie ich sie nennen möchte, für Augenblicksbestimmungen und Integrationsmethoden für Dauerbestimmungen. Jene gestatten es, in kürzester Zeit die Intensität eines Lebensvorganges festzustellen, es bedarf aber einer langen Reihe solcher Bestimmungen, um über den oft zufälligen Einzelwert hinaus zu einer Kenntnis der mittleren Intensität und der Schwankungen um diesen Mittelwert zu gelangen. Den Idealfall stellt die lückenlose Aneinanderreihung solcher Differentialbestimmungen durch Selbstregistrierung dar. Die Summen- oder Integrationsmethoden bestimmen dagegen die Gesamtintensität in einem längeren Zeitraum, zugleich also die mittlere Intensität während dieses Zeitraums, ohne über die Schwankungen um diese Mittellage Aufschluß geben zu können. So stehen uns z. B. für Untersuchungen der Kohlensäureassimilation bei Landpflanzen als Augenblicksmethoden empfindliche Eudiometermethoden zur Verfügung, während die bekannte Blatthälftenmethode noch immer die wichtigste Integrationsmethode darstellt.

Bei ökologischen Untersuchungen über die Transpiration kommt als Integrationsmethode nur der Dauerversuch in Vegetationsgefäßen mit Wägung in größeren Zeitabständen in Betracht, wie ihn z. B. STOCKER bei seinen Untersuchungen an Heide- und Moorpflanzen und neuerdings Frl. DIETRICH verwendet hat. Diese Methode hat den Nachteil, daß wegen der großen Grundbelastung (ganze Pflanze samt Vegetationsgefäß und Abdichtung) meist ziemlich große Wägungsintervalle (24 Stunden) gewählt werden müssen, um die Transpiration fehlerfrei zu erfassen. Dabei gehen aber die starken Transpirationsschwankungen im Verlauf eines

Tages der Beobachtung verloren: STOCKER wäre wahrscheinlich kaum zur Ansicht vom weitestgehenden Parallelismus zwischen Transpiration und Verdunstungskraft und zur Verneinung einer ausgiebigeren Transpirationsregulation durch die Spaltöffnungen gekommen, wenn seine Wägungen nicht nur die mittlere Transpiration von 24 Stunden erfaßt hätten. Doch auch abgesehen von solchen Erwägungen ist es schon zur rascheren Orientierung durchaus wünschenswert, diesen Integrationsmethoden eine im Freiland verwertbare Differentialmethode gegenüberzustellen.

An solchen scheint nun zunächst kein Mangel zu sein. Besonders russische Forscher haben früher bei Feldversuchen in ausgiebiger Weise das Potometer verwendet, welches ja tatsächlich von beneidenswerter methodischer Einfachheit und Bequemlichkeit wäre. Leider muß aber die Potometermethode bei Transpirationsbestimmungen für die Ökologie als gänzlich unbrauchbar und irreführend bezeichnet werden, denn die mit ihr gemessene Wasseraufnahme hat mit der natürlichen Wasserdurchströmung so gut wie nichts zu tun: messen wir sofort nach dem Abschneiden der Versuchszweige, so stürzt bekanntlich das Wasser mit außerordentlicher Geschwindigkeit in die Schnittflächen hinein, und STRASBURGER hat unter solchen Umständen Geschwindigkeiten von mehreren Metern pro Minute gemessen. Diese erhöhte Saugung führt aber keineswegs so schnell zu einem Ausgleich, wie vielleicht mancher glaubt, wir wissen vielmehr aus Versuchen von RENNER und JOST, daß die erhöhte Saugung durch Stunden anhalten kann. Dabei ist besonders störend, daß gerade jene Pflanzen, welche am natürlichen Standort das Wasser besonders schwer und spärlich bekamen, für längere Zeit eine besonders erhöhte Saugung zeigen, so daß die Verhältnisse der natürlichen Wasserdurchströmung gerade umgekehrt werden. Ich habe mich von dieser Tatsache durch Versuche mit Erbsenpflanzen überzeugt, welche durch einige Tage in verschieden konzentrierten Rohrzuckerlösungen und gewöhnlichem Leitungswasser kultiviert wurden: je höher die Konzentration, aus der die Pflanzen stammen, desto nachhaltiger nach dem Abschneiden ihre erhöhte Potometersaugung in reinem Wasser![1]). Wir könnten also, namentlich auf trockenen Standorten, die Pflanzen erst mehrere Stunden nach dem Abschneiden zu Potometerversuchen verwenden.

1) Man könnte also eher daran denken, in Anlehnung an MONTFORTS Bilanzmethode, den Grad der Überbilanz im Potometerversuch zu einem Maß der Standortstrockenheit zu verwerten.

Nach so langer Zeit haben wir es aber längst nicht mehr mit der natürlichen Transpiration zu tun, denn der erleichterte Wasserbezug führt, wie ich bei *Sequoia gigantea* festgestellt habe, wenigstens bei empfindlichen Pflanzen zu einer wesentlichen Transpirationssteigerung.

So müssen wir trachten, bei Standortsversuchen die Transpiration als solche zu bestimmen. Als ausgezeichnetes Feldverfahren steht uns hier die Kobaltpapiermethode von STAHL und LIVINGSTON zur Verfügung, welche erst neuestens von LEICK sorgfältig kritisch geprüft worden ist. Ihre Vorzüge, ihre Einfachheit und die Möglichkeit, sie zur Bestimmung des Transpirationsvermögens heranzuziehen, sind so groß, daß ihr ein wichtiger Platz unter den ökologischen Methoden gesichert ist. Ihr wesentlichster Nachteil ist neben ihrer beschränkten Anwendbarkeit (sie versagt bei nicht flächenförmigen Organen), daß sie nur ein Maß für die Flächentranspiration (und auch für diese kein absolutes) liefert, während wir nach dem heutigen Stand des Wasserhaushaltproblems vor allem Werte für die Transpiration der Frischgewichtseinheit wissen wollen und hiefür auch absolute Zahlen verlangen. So bleibt trotz der Kobaltmethode der Wunsch nach einer für Freilanduntersuchungen brauchbaren Wägungsmethode bestehen.

Vor solche Erwägungen sah ich mich gestellt, als ich im Winter 1924/25 die Vorbereitungen zu ausgedehnteren Stromstärkebestimmungen für den Transpirationsstrom verschiedener Pflanzentypen traf. Nach meinen Untersuchungen an *Sequoia* war es mir klar, daß ein brauchbares Standortsinstrument gestatten mußte, die Transpiration an abgeschnittenen und nicht in Wasser gestellten Zweigen innerhalb möglichst kurzer Zeit zu bestimmen. Je schneller nach dem Abschneiden die Messung ausgeführt wird, desto mehr Aussicht haben wir, die normale Transpiration zu erfassen. Bei so kurzfristigen Versuchen ist auch eine Wasserversorgung der Versuchszweige überflüssig, ein Umstand, der sich für die erforderliche Tragkraft einer Transpirationswage angenehm geltend macht. Als weitere Erleichterung bei der Konstruktion einer solchen Wage mußte der Umstand gelten, daß die höchste Präzision nur bei der Bestimmung der Gewichtsänderung notwendig ist, während für die Bestimmung und Kompensation des Gesamtgewichtes schon ein roheres Verfahren genügen würde. Dies brachte mich auf den Gedanken, Grundgewicht und Gewichtsänderung mit verschiedenen Verfahren zu messen. In orientierenden Versuchen schuf ich mir

eine Anordnung, in der das Gewicht des Zweiges auf einer einfachen Balkenwage kompensiert wurde, während dann die Abweichung aus der Ruhelage eine an einem der Balken angreifende, feine Feder spannte und ein Zeiger die Spannung vergrößert

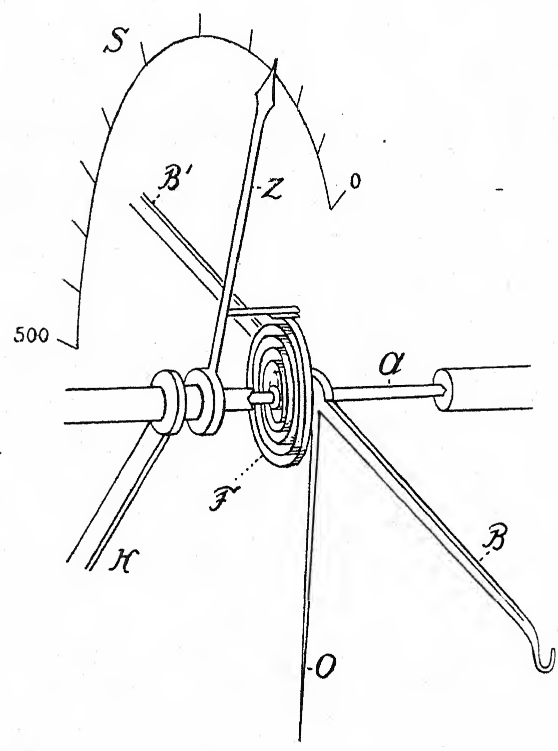


Abb. 1. Schema des Konstruktionsplanes der Balkentorsionswage: BB' der Wagebalken mit dem Nullpunktzeiger 0; F die Torsionsfeder, welche einerseits an der Achse a angreift, anderseits durch Verschiebung des Zeigers Z gespannt werden kann. Die Verschiebung erfolgt von außen durch den mit dem Zeiger fest verbundenen Hebel H. Die Federspannung wird auf der Skala S abgelesen.

wiedergab. Ich wandte mich nunmehr an die Firma HARTMANN & BRAUN (Frankfurt a. M.) mit dem Vorschlag, ihre bekannte Torsionswage durch Kombination mit einer Balkenwage zu einer Transpirationswage auszubauen. Nachdem Herr Prof. FITTING meinen Vorschlag freundlichst befürwortet hatte, erhielt ich von der Firma die Auskunft, daß sie bereits einmal versuchsweise eine solche kombinierte Balken-Torsionswage konstruiert hätte und mir dieses

einzige Modell aus ihrem Museum für meine Untersuchungen zur Verfügung stellen würde. Im Mai 1925 kam die Wage in meine Hände, und ich habe mit ihr bis zum Frühjahr 1927 eine große Anzahl von Versuchen ausgeführt, wobei sich das Instrument so glänzend bewährte, daß ich es nun auf Grund genügend langer Erfahrung auch den Fachgenossen empfehlen kann, zumal da sich die Firma erfreulicherweise entschlossen hat, das Modell mit verschiedenen Verbesserungen laufend herzustellen und vom Frühjahr 1928 ab in den Handel zu geben.

Das Prinzip der Balken-Torsionswage sei nach der nebenstehenden Konstruktionszeichnung (Abb. 1) erläutert, wobei ich bezüglich aller Einzelheiten auf die Prospekte der Firma verweise. Der wichtigste Teil ist die Feder F, welche einerseits mit der Achse a der Balkenwage, anderseits mit dem beweglichen Zeiger Z verbunden ist. Sinkt durch irgend eine Belastung der Wagebalken B, so wird durch die Drehung der Achse die Feder etwas gespannt. Anderseits ist es aber möglich durch Verschiebung des Zeigers (die Verschiebung erfolgt durch einen noch außerhalb des Wagengehäuses angebrachten Hebel H, welcher mit dem Zeiger starr verbunden ist) die Feder um denselben Betrag zu spannen, so daß das entgegengesetzte Drehmoment der Achse aufgehoben wird und der Balken in der Ruhelage bleibt (die Ruhelage wird durch den „Nullpunktzeiger“ bei 0 angezeigt). Eine empirische Skala gestattet es, die jeder Zeigerstellung entsprechende Federspannung und damit auch das den Wagebalken einseitig belastende Mehrgewicht abzulesen. Die Tragkraft der Wage beträgt das Hundertfache des Meßbereichs der Torsionsfeder.

Größe und äußere Form der Wage, welche für die Verwendbarkeit zu Feldversuchen mit von entscheidender Bedeutung sind, gehen aus Abb. 2 hervor. Die Wage entspricht in der Größe genau den üblichen Torsionswagen. Sie wiegt 4 kg und kann in arretiertem Zustand leicht transportiert werden. Ich nahm sie als Handgepäck auf Eisenbahnfahrten mit und trug sie eigenhändig in die 1100 m hoch gelegene Ramsau in Obersteiermark. Für die Versuche wurde die Wage in nächster Nähe des Standorts in luftigen, doch windgeschützten Räumen aufgestellt. Das neue Modell wird Windschutzkappen erhalten, welche auch ein Arbeiten im Freien ermöglichen dürften.

Bei der Transpirationsbestimmung schlug ich folgendes Verfahren ein: der Versuchszweig wird knapp nach dem Abschneiden in einer Fadenschlinge am einen Ende des Wagebalkens auf-

gehängt[1]). Am andern Ende hängt die kleine Aluminiumwagschale, welche der Aufnahme der Gewichte dient. Rasch ist das Gewicht des kleinen Versuchszweiges bis auf halbe Gramm kom-

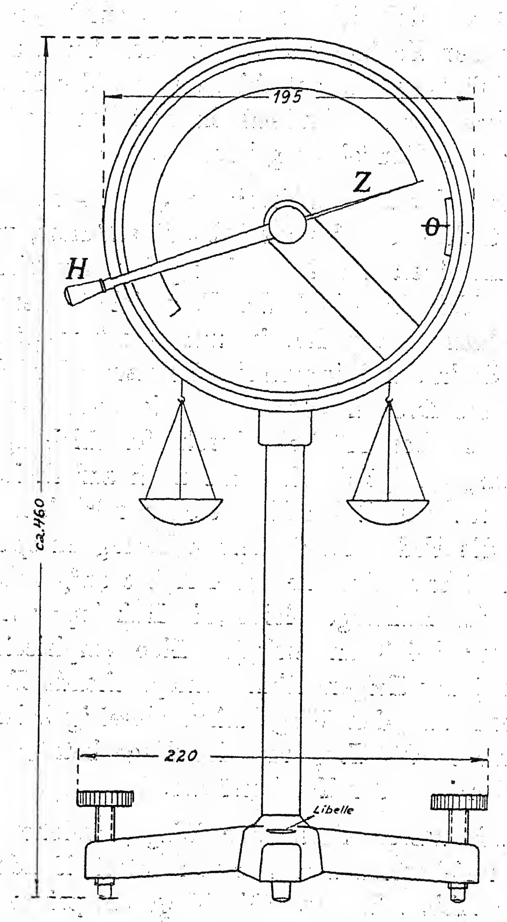


Abb. 2. Äußere Form und Maße der Balken-Torsionswage von HARTMANN & BRAUN. (Verkleinerung 1 : 4.)

pensiert, und nun wird durch Drehung des Hebels (H) die Torsionsfeder gespannt und so das genaue Gewicht ermittelt (Meßbereich der Torsionsfeder 500 mg in mg bzw. 250 mg in ½ mg). Ich stelle nun den

1) Das neue Modell ist in der Normalausrüstung beiderseits mit Wagschalen versehen, doch wird anstelle der einen Wagschale auf Wunsch ein Ausgleichsgewicht geliefert, an welchem Versuchszweige mittels einer Schlinge aufgehängt werden können.

die Federspannung angebenden „Skalenzeiger“ (Z) haarscharf (vorzügliche Ableseeinrichtungen!) auf den nächst tieferen Zehnerteilstrich und warte mit der Stoppuhr in der Hand, bis der „Wagebalkenzeiger“ bei 0 das Durchlaufen dieses Gewichtes anzeigt. In diesem Augenblick setze ich die Stoppuhr in Gang, verschiebe hierauf je nach Größe und Transpirationsintensität des Versuchszweiges den Skalenzeiger um 10 oder 20 Teilstriche nach unten und stoppe in dem Augenblick, wo dieses neue Gewicht durchlaufen wird.

Ich komme also zu Bestimmungen von folgender Form				und berechne daraus die Transpirationsgröße mit
Pflanze	Frischgewicht mg	transpiriert mg	in sec	Transpirationsgröße (in Milligramm pro Gramm Frischgewicht und Stunde)
Atropa belladonna	3940	20	75	224
Helleborus niger	3520	20	73	280
Nerium oleander	6380	20	68	166
Ilex aquifolium	8010	10	98	46
Fraxinus excelsior	2520	20	153	187
Pinus austriaca	3520	7½	265	32,7

Wie man sieht, erfordert die Transpirationsbestimmung meist nur etwa 2 Minuten. Nur bei ganz träg transpirierenden Pflanzen mußte ich zu zwei getrennten Wägungen in etwas größerem Zeitabstand greifen. Übrigens ergab sich in Probebestimmungen für die erste halbe Stunde noch fast der gleiche Wert wie bei diesen Augenblicksbestimmungen. Die Genauigkeit der Bestimmung ist eigentlich nur durch die Genauigkeit der Zeitbestimmung begrenzt, welche bei lebhaft transpirierenden Pflanzen ± 1 sec betragen dürfte. Da ich Genauigkeiten über 1 % für überflüssig hielt, begnügte ich mich mit Versuchszeiten um 100 Sekunden herum; durch Verlängerung der Versuchszeit läßt sich aber leicht auch noch eine höhere Genauigkeit erzielen.

Nach dem Gesagten wird man mir zustimmen, wenn ich die kombinierte Balken-Torsionswage ihrem Arbeitsprinzip nach als das Idealinstrument für ökologische Transpirationsbestimmungen bezeichne, soweit es sich um Augenblicksbestimmungen handelt. Im einzelnen wird sich an dem Instrument noch manches ändern lassen und mit fortschreitender praktischer Erfahrung auch ändern

müssen. Abänderungen, die nicht das Wesen der inneren Konstruktion betreffen, werden sich auch nach speziellen Wünschen nicht allzu schwer vornehmen lassen. Möge die Wage bei kommenden Transpirationsuntersuchungen recht bald gute Dienste leisten!

Meine eigenen mit dieser Wage vorgenommenen Untersuchungen veröffentliche ich gleichzeitig an anderer Stelle (HUBER 1928). Die Transpirationsbestimmungen aus verschiedener Stammhöhe wurden schon 1925 veröffentlicht.

Freiburg i. B., Botanisches Institut der Universität, Nov. 1927.

Literatur.

DIETRICH, M., 1925, Jahrb. f. wiss. Bot. 65, 98.
HUBER, B., 1925, Diese Ber. 43, 551.
—, —, 1928, Jahrb. f. wiss. Bot. 67 (im Druck).
JOST, L., 1916, Zeitschr. f. Bot. 8, 1.
LEICK, E., 1927, Jahrb. f. wiss. Bot. 67, 771.
LIVINGSTON, B. E., and SHREVE, E. B., 1916, Plant World 19, 287.
MONTFORT, C., 1922, Zeitschr. f. Bot. 14, 97.
RENNER, O., 1911, Flora 103, 171.
STAHL, E., 1894, Bot. Zeitung 52, 117.
STOCKER, O., 1923, Zeitschr. f. Bot. 15, 1.

Vorläufiges Programm der Botanikertagung in Bonn Pfingsten 1928.

Dienstag, den 29. Mai: Begrüßungsabend.

Mittwoch, den 30. Mai, vormittags 9 Uhr: **Gemeinsame Tagung** der Deutschen Botanischen Gesellschaft, der Vereinigung für angewandte Botanik und der Freien Vereinigung für Pflanzengeographie und systematische Botanik.

I. Eröffnung der Tagung.

II. Vorträge: 1. FRITZ VON WETTSTEIN-Göttingen: Über plasmatische Vererbung und über das Zusammenwirken von Gen und Plasma.

2. L. DIELS-Berlin: Kontinentalverschiebung und Pflanzengeographie.

3. K. O. MÜLLER: Die Phytophthora-Widerstandsfähigkeit der Kartoffel und ihre Vererbung.

Nach der Sitzung Besichtigungen: Botanische Institute, Botanischer Garten der Universität mit den neuen Gewächshausanlagen, Neues Institut für Pflanzenkrankheiten.

Nachmittags 2½ Uhr: **Generalversammlung der Deutschen Botanischen Gesellschaft.** Anschließend: Einzelvorträge.

Abends 6 Uhr: Ausflug nach Godesberg.

Donnerstag, den 31. Mai, vormittags 9 Uhr: **Getrennte Sitzungen** aller drei Gesellschaften. Vorträge. **Generalversammlung der Vereinigung für angewandte Botanik.**

Nachmittags: Fortsetzung der Vorträge und danach der Besichtigungen (wie am Mittwoch).

Abends 8½ Uhr: Rheinischer Abend, gegeben von der Stadt Bonn, mit Begrüßungen.

Freitag, den 1. Juni, vormittags 9 Uhr: **Getrennte Sitzungen** aller drei Gesellschaften. Vorträge.

Nachmittags 2½ Uhr gemeinsam mit dem Naturhistor. Verein der Rheinlande und Westfalens (der in der Pfingstwoche ebenfalls in Bonn tagt): Rheindampferfahrt nach Linz und zurück, mit Exkursion über die Erpeler Ley nach Linz. Abendessen auf dem Schiff.

Sonnabend und Sonntag, den 2. und 3. Juni: Exkursionen, ebenfalls gemeinsam mit dem Naturhistorischen Verein der Rheinlande und Westfalens, in die Eifel bzw. den Westerwald.

Anmeldungen für Vorträge (Schlußtermin: 15. April) sind, womöglich mit Angabe etwa gewünschter Demonstrationsapparate, zu richten:

a) für die Deutsche Botanische Gesellschaft: an Dr. BODE, Botanisches Institut, Bonn, Poppelsdorfer Schloß;

b) für die Freie Vereinigung für Pflanzengeographie und systematische Botanik: an Professor Dr. L. DIELS, Berlin-Dahlem, Botanisches Museum;

c) für die Vereinigung für angewandte Botanik: an Geheimrat Prof. Dr. APPEL, Berlin-Dahlem, Biologische Reichsanstalt.

Das endgültige Programm der Tagung wird Anfang Mai erscheinen.

Auf der diesem Hefte beigelegten Karte wird um vorläufige Anmeldung zu der Tagung gebeten, womöglich unter Angabe der Personenzahl, damit ein Ueberblick über die ungefähre Teilnehmerzahl gewonnen werden kann.

Sitzung vom 30. Dezember 1927.

Vorsitzender: Herr H. MIEHE.

An unser Ehrenmitglied Herrn Professor Dr. SERGIUS NAWASCHIN in Moskau wurde zu seinem 70. Geburtstage am 15. Dezember d. J. ein Glückwunschschreiben gerichtet, das vom Vorsitzenden verlesen wird und folgendermaßen lautet:

Hochverehrter Herr Kollege!

An dem Tage, an dem in festlicher Sitzung Ihre russischen Kollegen und Freunde die siebenzigste Wiederkehr Ihres Geburtstages feiern, will die Deutsche Botanische Gesellschaft nicht fehlen. Sie sendet ihrem hochverdienten Ehrenmitgliede die wärmsten Glückwünsche.

Als Altmeister der Zellforschung stehen Sie vor uns. Wenn im vorigen Jahre eine Sektion des Internationalen Botanikerkongresses in Ithaka Sie durch eine Adresse und in diesem der Berliner Genetikertag in seiner Eröffnungssitzung durch Übertragung eines der Ehrenpräsidien geehrt hat, so galten diese Auszeichnungen dem Forscher, der die Chalazogamie der Amentiferen, die doppelte Befruchtung der Angiospermen und die Satelliten der Chromosomen entdeckt hat. Diese Leistungen haben Sie allgemein bekannt gemacht. Neben ihnen stehen zahlreiche andere, die nicht minder unsere Wissenschaft bereichert haben. Sie traten in den Kreis ihrer Jünger ein, als Sie in den achtziger Jahren die Torfmoose und die Bildung von Torfmooren untersuchten. Die Sphagnen führten Sie zu anderen Laubmoosen und zu pflanzengeographischen Fragen, und als Sie bei Ihren Moorwanderungen auf jene gewaltigen Horste des Sumpfporstes trafen, entdeckten Sie an diesen Pflanzen einen Schmarotzer, die *Sclerotinia heteroica*, deren merkwürdige Lebensgeschichte Sie zusammen mit WORONIN untersuchten, Ihrem Lehrer in der Pilzkunde, dem Sie später in unseren Berichten ein so schönes Denkmal gesetzt haben. Wenn Sie damals sagten, daß in jedem Naturforscher ein Künstler stecken müsse, so gilt dies wahre Wort auch für Sie. Oft mag, wenn Sie sich in jenen Zeiten Ihren Weg durch das Birkengestrüpp der Moore bahnten, Ihr Blick an diesen Bäumen gehaftet haben. Als Sie dann den

Entschluß faßten, sich mit ihnen zu beschäftigen, gelang es Ihnen, bei ihnen Chalazogamie nachzuweisen. Damit konnte die systematische Beziehung der Birken zu den Casuarinen zum Gegenstande einer Erörterung werden, die heute wieder lebhafte Teilnahme findet. Von der Birke gingen Sie weiter zum Haselstrauch, zur Erle, zur Ulme und zum Walnußbaum und zeigten, durch welche merkwürdigen Stufen die Angiospermen des gewöhnlichen Typus mit den „echten“ Chalazogamen TREUB's verbunden sind. Bei einigen der genannten Pflanzen haben Sie dann später die Abgrenzung der männlichen Geschlechtszellen untersucht und dabei eine hübsche Abweichung von dem gewöhnlichen Verhalten gefunden. Die weitere Beschäftigung mit den generativen Elementen des Pollenschlauches war es dann, die Sie im Jahre 1898 zu einem Meister der zeitgenössischen Botanik machte. Sie entdeckten bei *Lilium Martagon* und *Fritillaria tenella* die doppelte Befruchtung und konnten weiterhin die allgemeine Bedeutung dieser Erscheinung durch neue Befunde an Ranunculaceen und Compositen dartun. Dabei erörterten Sie auch das Bewegungsvermögen der schraubig gewundenen männlichen Kerne. Eine Rückkehr in das mykologische Gebiet bedeutete Ihre vorzügliche Monographie über den Kohlschmarotzer *Plasmodiophora Brassicae*, die noch immer die Grundlage unserer genaueren zytologischen Kenntnisse von diesem Parasiten bildet, besonders nachdem Sie erst vor kurzem selber noch eine die Reduktionsteilung betreffende Lücke ausfüllen konnten.

In der TREUB-Festschrift des Jahres 1909 haben Sie auch Fragen der Mechanik der Mitose aufgegriffen und gezeigt, das Spindelbildung bei den Wanderungen der Chromosomen nicht notwendig ist. Das geschah in einer Zeit, als man fast allgemein noch der alten Zugfasertheorie anhing. Mancherlei von den zytologischen Befunden aus Ihrer letzten Arbeitszeit „verstehen“ wir noch nicht ganz. Wir wissen noch nicht, was die seltsame Chromatindiminution bedeutet, die Sie bei *Tradescantia* fanden, welchen tieferen Sinn die asymmetrischen Rassen besitzen, die Sie bei einigen Monokotylen beobachteten. Sie lehrten uns damals und später immer wieder, der Aufstellung zellularer Gesetzmäßigkeiten zu mißtrauen. Mehrfach wiesen Sie auf die Bedeutung des Zufalls bei der paarweisen Lagerung der Chromosomen hin, indem Sie zeigten, wie bei günstigem Material das Würfelspiel gleiche „Gesetze“ gibt wie die Natur. Bedeutungsvoll waren Ihre Untersuchungen über den Aufbau der Chromosomen, im besonderen über den Drehpunkt der beiden Schenkel, der für die Wiedererkennung der einzelnen Chromosomen wichtig ist. Noch im letzten Sommer haben Sie in Ihrer anregenden Arbeit

über die männlichen Kerne von *Phelipaea* die Frage aufgeworfen, ob sich die Kerne eines Satzes nicht allgemein wie zwei Spiegelbilder verhalten, und dabei an symmetrisch gebaute Moleküle und Krystalle erinnert. So stehen Sie an der Schwelle des biblischen Alters als ein Junger unter uns mit immer neuen Fragen und Anregungen.

Seit Ihrem 26. Jahre sind Sie akademischer Lehrer. Lange Jahre haben Sie in Kiew gewirkt, wo Sie Ihr 25jähriges Professorenjubiläum feierten. Der Krieg verschlug Sie nach Tiflis, wo Sie entbehrungsreiche Jahre verleben mußten, bis Sie endlich in Moskau eine würdige Arbeitsstätte gefunden haben. Hier wirken Sie heute, umgeben von verständnisvollen Mitarbeitern, unter denen sich auch Ihr Sohn befindet. Möge Ihnen ein gütiges Geschick noch viele Jahre der Gesundheit und der Schaffenslust vergönnen!

Berlin, den 15. Dezember 1927.

Der Vorsitzende der Deutschen Botanischen Gesellschaft
gez. Dr. H. MIEHE.

An unser Mitglied Herrn Geheimrat Professor Dr. GOTTFRIED BERTHOLD in Göttingen richtete der Vorsitzende zum 50jährigen Doktorjubiläum am 20. Dezember d. J. ein Glückwunschschreiben, das ebenfalls verlesen wird.

An die Verlagsbuchhandlung GUSTAV FISCHER, die am 1. Januar das Fest ihres 50jährigen Bestehens feierte, sandte der Vorsitzende folgendes Glückwunschschreiben, das er verliest:

Sehr verehrter Herr Doktor!

Zu dem 50-Jahrfest Ihrer Firma sende ich Ihnen im Namen der Deutschen Botanischen Gesellschaft die wärmsten Glückwünsche.

Unter den Leistungen, denen Ihre Firma ihre gegenwärtige hervorragende Stellung im Kreise der Deutschen Verlagsbuchhandlungen verdankt, nehmen diejenigen, welche die Botanische Wissenschaft gefördert haben, einen besonders ehrenvollen Rang ein. Die lange Reihe bedeutender Hand- und Lehrbücher, Einzelabhandlungen, Zeitschriften und anderer periodischer Veröffentlichungen enthält einen guten Teil der Entwicklung der Botanik in diesem halben Jahrhundert. Daß es den Häuptern der Firma gelang, mit so vielen Vertretern unserer Wissenschaft in enge und

dauernde Verbindung zu treten, legt ein eindrucksvolles Zeugnis für den Geist ab, der in Ihrem Hause, seinem Wahlspruche: Semper bonis artibus getreu, geherrscht hat. Als Sie 1922 in kritischer Zeit das Botanische Centralblatt übernahmen und sich 1925 bereit fanden, um den Vertrieb unserer „Berichte" besorgt zu sein, sind Sie auch zu uns in unmittelbare Verbindung getreten.

Mögen diese Beziehungen stets so angenehm bleiben, wie bisher, und möge die Verlagsbuchhandlung GUSTAV FISCHER auch im neuen Halbjahrhundert wachsen und blühen!

gez. Dr. H. MIEHE.

Von Herrn Geheimrat Professor Dr. F. NIEDENZU in Braunsberg ist ein Dankschreiben für den Glückwunsch zu seinem 70. Geburtstage eingegangen, das vom Vorsitzenden verlesen wird.

Der Vorsitzende teilt das Ergebnis der Wahlen von Präsidenten und Ausschußmitgliedern mit. Es sind 183 Stimmzettel eingesandt worden. Mit ganz geringer Zersplitterung der Stimmen sind entsprechend den Vorschlägen der Wahlkommission folgende Herren gewählt worden:

Zum Präsidenten: H. FITTING-Bonn.

Zum Stellvertreter des Präsidenten: M. KOERNICKE-Bonn.

Zu Ausschußmitgliedern:

F. TOBLER-Dresden, E. JANCHEN-Wien, J. BEHRENS-Hildesheim, W. BENECKE-Münster, R. E. FRIES-Stockholm, H. HANDEL-MAZZETTI-Wien, L. JOST-Heidelberg, W. KUPPER-München, E. LEICK-Greifswald, E. MÜNCH-Tharandt, G. FUNK-Gießen, R. KRÄUSEL-Frankfurt a. M., E. PRINGSHEIM-Prag, W. WANGERIN-Danzig, C. ZOLLIKOFER-Zürich.

Als neue Mitglieder werden vorgeschlagen:

Brückner, Dr. **Gerhard**, in **Berlin-Lichterfelde**, Augustastr. 35 (durch J. MATTFELD und K. SEIDEL),

Keller, Emilie Ph., Assistentin der Abteilung für angewandte Botanik der Versuchsstation der Landwirtschaftlichen Hochschule in **Voronesch** (Rußland) (durch B. A. KELLER und B. M. KOZO-POLJANSKI),

Kemmer, Dr. **Erich**, Assistent am Botanischen Institut der Universität in **Gießen**, Roonstr. 36, II (durch E. KÜSTER und G. FUNK),

Nikitin, Peter A., Assistent an der Landwirtschaftlichen Hochschule in **Voronesch** (Rußland) (durch B. A. KELLER und B. M. KOZO-POLJANSKI),

Ostrowskaja, Frl. **M. K.**, Dozentin am Landwirtschaftlichen Institut in **Samara** (Rußland) (durch O. A. WALTHER und L. IWANOFF),

Proskorjakov, Eugeny I., Assistent an der Landwirtschaftlichen Hochschule in **Voronesch** (Rußland) (durch B. A. KELLER und B. M. KOZO-POLJANSKI),

Rybin, Dr. **Wladimir**, Assistent am Institut für angewandte Botanik und Neue Kulturen in **Petersburg (Leningrad)**, Herzenstr. 44 (durch G. A. LEWITSKY und N. A. MAXIMOW),

Schreiber, Dr. **Ernst**, Kustos für Botanik an der Staatl. Biologischen Anstalt auf **Helgoland** (durch P. METZNER und F. HERRIG),

Schweickerdt, Dr. **Herold**, in **Pretoria** (Südafrika), Pretoria street 653 (durch J. FITTING und H. R. BODE),

Tichomirov, Victor N., Assistent an der Landwirtschaftlichen Hochschule in **Voronesch** (Rußland) (durch B. A. KELLER und B. M. KOZO-POLJANSKI),

Wehnelt, Dr. **Bruno**, Assistent am Botanischen Institut der Universität in **Erlangen** (durch KURT NOACK und L. DIELS).

Zu ordentlichen Mitgliedern werden ernannt:

Anderson, Dr. **Donald B.**, Assistent-Prof. in **Raleigh N. C.**,
Dekaprelevitsch, Dr. **Leonard L.**, Professor in **Tiflis**,
Friesen, Dr. **Georg**, Assistent in **Braunschweig**,
Gleispach, Fräulein **Marie**, in **Wien XIII**,
Hesmer, **Herbert**, stud. rer. for. in **Hann.-Münden**,
Kayser, Dr. **Rudolf**, in **Hamburg 36**,
Korschikoff, Dr. **K.**, Professor in **Charkow**,
Krascheninnikow, **Theodor**, Professor in **Moskau**,
Mattick, Dr. **Fritz**, Studienassessor in **Dresden-A.**,
Perfiliev, Dr. **Boris**, Dozent in **Petersburg (Leningrad)**,
Riebner, Dr., Studienrat in **Brandenburg a. H.**,
Rybin, Dr. **Dmitry A.**, Assistent in **Petersburg (Leningrad)**,
Uphof, **J. C. Th.**, in **Winter Park** (Florida),
Vogler, Dr. med. **I.**, Arzt in **Kiel**.

Einer Anregung seitens unseres Mitgliedes Herrn JOH. BUDER folgend gibt der Vorsitzende bekannt, daß die Deutschen Brasiliens beabsichtigen, dem deutschen Naturforscher FRITZ MÜLLER ein Denkmal zu errichten. Dieses soll in Blumenau, wo FRITZ MÜLLER den größten Teil seines Lebens zugebracht hat, aufgestellt werden. Von seiten der Deutschen in Brasilien wird besonderer Wert darauf gelegt, daß für die Errichtung des Denkmals auch Spenden aus der Heimat fließen. Der Vorsitzende tritt unter dem Beifall der Anwesenden warm für die Beteiligung der deutschen Botaniker an dieser Ehrung unseres ehemaligen Ehrenmitgliedes ein. Spenden werden erbeten an die Banco Germanico, Sao Paulo (Estado de S. Paulo), Rua Alvares Peruado Nr. 19, „Pro Monumento FRITZ MÜLLER“.

Mitteilungen.

68. A. J. Pojarkova: Temperaturbedingungen der Keimung als bestimmender Faktor für Ährenbildung beim Wintergetreide.

(Eingegangen am 15. November 1927. Vorgetragen in der Novembersitzung.)

Vorliegende Arbeit stellt eine unmittelbare Fortsetzung der Arbeit von N. A. MAXIMOW und mir (1) vor. In dieser Untersuchung suchten wir die Frage nach der Natur des Grundunterschiedes zwischen den Sommer- und Wintergetreiderassen näher zu behandeln, die Frage nämlich nach den Ursachen, welche das Wintergetreide hindern, Ähren schon im ersten Sommer nach der Frühlingsaussaat auszubilden. Obwohl wir über dieses Thema schon eine ausführliche Untersuchung von GASSNER (2, 3) besitzen, schien es uns doch wünschenswert, diese Frage noch einmal einer experimentellen Bearbeitung zu unterwerfen, da GASSNERs Resultate in vielen Punkten mit denen von MURINOV (4) nicht übereinstimmen.

In unserer ersten Arbeit wurde bemerkt, daß zwischen der vegetativen Entwicklung und der Ährenbildung beim Getreide ein deutlich ausgesprochener Antagonismus besteht, dessen Anwesenheit sich sehr bestimmt bei der Beobachtung des Entwicklungsganges beim Wintergetreide von verschiedenen Terminen der Frühlingsaussaat offenbart. Bei frühen Aussaaten (Dezember—Februar) bestocken sich Roggen und Weizen äußerst schwach, und, nachdem sie eine kleine Anzahl Sprosse (3—8) ausgebildet haben, gehen sie beim Anfang des Sommers einheitlich zur Ährenbildung über. Ganz anders erfolgt die Entwicklung von Wintergetreide, das im April ausgesät wurde; bei ihm geht die Bestockung bis zum Spätherbst vor sich, was die Entwicklung von großen ausgebreiteten Büscheln mit einer Menge von Sprossen (bis zu 60) zur Folge hat; nur in der zweiten Hälfte des Sommers entwickeln sie je 1 bis 3 Stengel, die Ährenbildung aber tritt entweder gar nicht ein oder wird nur bei wenigen Exemplaren beobachtet. Bei früher Aussaat sehen wir somit eine starke Unterdrückung von Bestockung bei deutlich ausgedrücktem reproduktivem Wachstum, bei später

Aussaat, im Gegenteil, wird Ährenbildung fast gänzlich durch mächtige vegetative Entwicklung unterdrückt. Bei für Wintergetreide gewöhnlicher Herbstaussaat wird zwischen dem vegetativen und reproduktiven Wachstum ein gewisses Gleichgewicht beobachtet: die Pflanzen erweisen sich als stark bestockt, und dabei erfolgt auch leicht die Ährenbildung, wobei sie offenbar keinem Hindernis begegnet.

In unseren Versuchen gelang es uns, in bestimmter Weise die Temperaturbedingungen der Keimung und der Entwicklung kombinierend, alle drei bisher beschriebenen Fälle an Pflanzen von denselben Aussaatterminen zu beobachten, und zwar am Winterweizen, der Anfang März ausgesät wurde. Die Pflanzen, welche nach der Keimung in ein kaltes Treibhaus gestellt wurden, ergaben ein Beispiel von stark ausgedrücktem Übergewicht von reproduktivem Wachstum über das vegetative. Bei Pflanzen aber, deren Entwicklung in einem warmen Treibhause vor sich ging, konnte man verschiedene Grade von Unterdrückung der reproduktiven Funktion beobachten, je nachdem, bei welcher Temperatur die Keimung der Samen erfolgte: bei Pflanzen, die bei gesenkter Temperatur (5—8 °) keimten, erwies sich die Ährenbildung unvergleichlich weniger unterdrückt, als bei Pflanzen, deren Keimung bei 20 ° vor sich ging. In der Serie, die im kalten Treibhaus ihre Entwicklung vollbrachte, erwiesen sich beide Funktionen — die vegetative und die reproduktive — mehr oder weniger balanciert, wobei auch in diesem Falle die kalte Keimung das reproduktive Wachstum und die warme das vegetative Wachstum förderte.

Ebensolche Versuche mit Sommerrassen des Weizens ergaben ganz andere Resultate: es gelang in diesem Falle nicht, irgendwelche Abhängigkeit des Entwicklungsganges von Aussaatterminen oder Temperaturverhältnissen der Keimung und der Entwicklung zu bemerken; in allen Fällen gingen sie leicht zur Ährenbildung über.

Diese Beobachtungen zeigten uns, daß in allen denjenigen Fällen, wo äußere Verhältnisse für die Entwicklung der Pflanzen günstig sind, d. h. bei genügender Intensität und Dauer der Tagesbeleuchtung und bei für Lebensprozesse normaler Temperatur, das Wintergetreide stets eine Neigung zu reichlicher Bestockung zeigt und Ähren entweder mit großer Mühe oder im ersten Sommer gar nicht bildet, d. h. die Tendenz zum vegetativen Wachstum erweist hier unter gewöhnlichen Bedingungen ein sichtbares Überwiegen über die Tendenz zur Fortpflanzung, während beim Sommergetreide das gerade Gegenteil stattfindet.

In dem Überwiegen des vegetativen Wachstums beim Wintergetreide über das reproduktive haben wir, unserer Meinung nach, einstweilen den Hauptunterschied vom Sommergetreide zu ersehen und darin die Ursache zu suchen, warum beim Wintergetreide die Ährenbildung bei Frühlingsaussaat ausbleibt.

Bei dem Sommergetreide ist die Neigung zum reproduktiven Wachstum offenbar ein sehr beständiges Merkmal, welches wenig von den äußeren Faktoren abhängt. Nur durch bedeutende Verkürzung der Zeit der Tagesbeleuchtung kann man auch bei dem Sommergetreide, wie es die Versuche von A. W. DOROSCHENKO (5) gezeigt haben, das Überwiegen des vegetativen Wachstums über das reproduktive, stärkere Bestockung und die Entwicklung einer dichten Blattoberfläche hervorrufen, mit gleichzeitig stark ausgeprägter Unterdrückung der Ährenbildung. Das Wintergetreide braucht, im Gegenteil, eine bestimmte Kombination von Außenfaktoren zur Unterdrückung der bei ihm überwiegenden Tendenz zum vegetativen Wachstum. Solch eine Kombination wird beobachtet z. B. im Falle von Herbst- oder sehr früher Frühlingsaussaaten in einem Treibhaus. (Arbeiten von GASSNER (3), MURINOV (4) und unsere (1).)

Im letztgenannten Falle kann man vermuten, daß die für das vegetative Wachstum ungünstigen äußeren Verhältnisse (hauptsächlich ungenügende Beleuchtung im Winter) dasjenige Moment bilden, welches hier das Erscheinen der reproduktiven Funktion fördert. Infolgedessen bestocken sich die Pflanzen nur schwach, und die Ährenbildung stößt auf keinen Widerstand.

Von den die Bestockung des Wintergetreides fördernden Außenfaktoren ist zur Zeit — hauptsächlich dank der vorzüglichen Arbeiten von GASSNER (2, 3), welche später auch durch unsere Experimente bestätigt wurden — die Wirkung der Temperaturverhältnisse der Samenkeimung auf den Entwicklungsgang des Wintergetreides am deutlichsten klargelegt. Gerade die kalte Samenkeimung ist es, die die Bestockungsperiode bedeutend verkürzt und dadurch die Ährenbildung beschleunigt; dank dieser Keimung in der Kälte wird das Wintergetreide schon im ersten Sommer fruchttragend.

Diese stimulierende Wirkung der kalten Keimung tritt jedoch nicht immer hervor; wir beobachten sie gar nicht im Falle von Winteraussaaten: sie kommt zuerst im März zum Ausdruck, und im April erscheint sie schon als sehr stark ausgedrückt. Leider

mußten wir in unserem ersten Versuchsjahr (1924) unsere Versuche Mitte April abbrechen; es ist aber sehr interessant, den Einfluß der Keimungstemperatur auch bei späteren Aussaaten in allen Einzelheiten zu verfolgen. Daher nahmen wir unsere Versuche Mitte April 1925 wieder auf.

Für Versuche wurden dieses Mal Winterrassen zweier Varietäten von Weizen gewählt — *lutescens* (Nr. 5 von ENGELHARDT-Versuchsstation) und *erythrospermum* (von der Odessaer Versuchsstation) und „alpiner" Winterroggen, mit dem auch unsere vorigen Versuche angestellt wurden. Die Methodik war dieselbe wie im Jahr 1924. Die Samen, 60 Stück in jeder Serie, wurden in Schalen mit Sand ausgesät, wonach die einen zur Keimung in ein warmes Treibhaus mit Temperaturen von 15—20°, die anderen in einen speziell zu diesem Zweck konstruierten Eis-Thermostaten, wo die Temperatur 2—3° betrug, gestellt wurden. Mit Roggen wurden außerdem zwei Versuche bei Temperaturen von 5—8° angestellt. Die Samen der verschiedenen Serien aus einem Versuche wurden mit der Berechnung ausgesät, daß man zum Tage der Pikierung Keimpflanzen aller Serien in dem gleichen Entwicklungsstadium, nämlich in dem Stadium der Entfaltung des ersten Blattes, erhalten könnte. Von diesem Tage ab wurde auch die Zeit gerechnet, und in den nächstfolgenden Tabellen ist mit dem Aussaatdatum der Tag der Pikierung bezeichnet, der Tag eben, an welchem die Keimlinge, die in verschiedenen Temperaturbedingungen gezüchtet wurden, in gleiche äußere Verhältnisse kamen. Die Zeit, welche zur Keimung der Samen erforderlich war (26—30 Tage bei 2—3°, 10—12 Tage bei 5—8° und 5—7 Tage bei 15—20°), wurde nicht in Betracht genommen. Die Entwicklungsstadien und der Zustand wurden einmal wöchentlich registriert. Versuchsresultate sind in vier Tabellen angeführt. In den Tabellen I und III sind die Tage angegeben, an welchen zum erstenmal Ährenbildung beobachtet wurde, und es ist der Zeitunterschied zwischen deren Anfang bei Serien der kalten und der warmen Keimung, d. h. die Beschleunigung, welche durch die kalte Keimung erreicht wird, berechnet. In den Tabellen II und IV ist in der ersten Spalte die in Prozenten ausgedrückte Anzahl von Pflanzen, welche die Ährenbildung schon vollzogen haben, angegeben und in der zweiten der allgemeine Prozentsatz der Pflanzen, welche Stengel ausgebildet haben, unabhängig davon, ob die Ährenbildung schon stattgefunden hat oder nicht. Zur bequemeren Verallgemeinerung der Resultate unserer Versuche sind in den Tabellen neben den neuen Angaben auch diejenigen vom Jahre 1924 angeführt.

Tabelle I.

Anfang der Ährenbildung beim Winterweizen var. *lutescens* bei verschiedenen Temperaturverhältnissen der Keimung.

Aussaattermine	18. 12. 23	3. 3 23	16. 4. 24	15. 4. 25	25. 4. 25	21. 5. 25	11. 6. 25
Anfang der Ährenbildung:							
bei hoher Temperatur der Keimung . . .	16. 6.	13. 8.	5. 9.	18. 9.	—	—	—
bei niedriger Temperatur d. Keimung . . .	9. 6.	23. 7.	29. 7.	10. 8.	11. 8.	26. 8.	—
Beschleunigung	7 Tage	21 Tage	38 Tage	39 Tage	∞	∞	∞

Tabelle II.

Vergleichstabelle der Ährenbildung beim Winterweizen von verschiedenen Aussaatterminen bei verschiedenen Temperaturverhältnissen der Keimung.

Aussaattermine		18. 12. 23		3. 3. 24		16. 4. 24		15. 4. 25	
var.	Keim.-Temper.	Ährenbildung	Steng.	Ährenbildung	Steng.	Ährenbildung	Steng.	Ährenbildung	Steng.
lutescens	hohe	100	100	100	100	15,4	59,0	2,9	11,76
	niedr.	100	100	100	100	100	100	77,8	96,2
erythrosperm.	hohe	100	100	100	100	0	6,3	16,6	35,4
	niedr.	100	100	100	100	83,3	100	52,6	96,3

Aussaattermine		25. 4. 25		21. 5. 25		11. 6. 25	
var.	Keim.-Temper	Ährenbildung	Steng.	Ährenbildung	Steng.	Ährenbildung	Steng.
lutescens	hohe	0	6,6	0	0	0	0
	niedr	58,3	83,3	32,2	41,9	0	0
erythrosperm.	hohe	2,0	8,0	0	0	0	0
	niedr.	21,6	73,7	0	16,2	0	0

Tabelle III.

Anfang der Ährenbildung beim Winterroggen von verschiedenen Aussaatterminen bei verschiedenen Keimungstemperaturen.

Aussaattermine	9. 1. 24	6. 2. 24	3. 3. 24	30. 3. 25	15. 4. 25
Temperaturen der Keimung					
15–20°	2. 6.	9. 6.	7. 7.	26. 7.	4. 8.
5–8°	2. 6.	9. 6.	29. 6.	kein Vers.	18. 6.
2–3°	2. 6.	kein Vers.	kein Vers.	kein Vers.	—
Beschleunigung . .	0	0	8 Tage	—	47 Tage

Aussaattermine	25. 4. 25	21. 5. 25	11. 6. 25	8. 7. 25
Temperaturen der Keimung				
15–20°	26. 8.	—	—	—
5–8°	6. 7.	kein Versuch	keinVersuch	kein Versuch
2–3°	3. 7.	17. 7.	4. 8.	0
Beschleunigung . .	51–54 Tage	∞	∞	∞

Tabelle IV.

Vergleichstabelle der Ährenbildung beim Winterroggen bei verschiedenen Aussaatterminen in Abhängigkeit von der Keimungstemperatur.

Aussaattermine	9. 1. 24		6. 2. 24		3. 3. 24		30. 3. 25		15. 4. 25	
	Ähren-bildung	Steng.	Ähren-bildung	Steng.	Ähren-bildung	Steng.	Ähren-bildung	Steng.	Ähren-bildung	Steng.
Temperatur. der Keimung										
15–20° . .	100	100	100	100	100	100	36,8	47.3	18.4	28 9
5–8° . .	100	100	100	100	100	100	—	—	91,6	95,8
2–3° . .	100	100	—	—	—	—	—	—	—	—

Aussaattermine	25. 4. 25		21. 5. 25		11. 6. 25		8. 7. 25	
	Ähren-bildung	Steng.	Ähren-bildung	Steng.	Ähren-bildung	Steng.	Ähren-bildung	Steng.
Temperatur. der Keimung								
15–20° . .	3,2	3,2	0	0	0	0	0	0
5–8° . .	69,2	84,6	—	—	—	—	—	—
2–3° . .	62,3	67,9	63,3	73,3	32,1	32,1	0	0

Versuche mit Weizen. Tab. I und II.

Unsere erste Aussaat des Jahres 1925 (am 15. April), die in derselben Zeit stattfand wie die letzte Aussaat des vorigen Jahres, ergab auch sehr ähnliche Resultate. Ebenso wie im Jahre zuvor waren beide Serien stark bestockt und hatten die für Weizen der Frühlingsaussaat charakteristischen, großen (bis 70 Sprossen), ausgebreiteten Büschel ausgebildet. Bei dem Weizen der kalten Keimung wurde das erste Schossen Anfang August beobachtet und bei dem Weizen, der bei 18° keimte, erst einen Monat später. Die erste Ährenbildung in der „kalten" Serie ist am 10. August bemerkt worden und in der „warmen" am 18. September. Somit betrug die Beschleunigung der Ährenbildung durch kalte Austreibung, wie im Jahre zuvor, fast 40 Tage. Zu ähnlichen Resultaten kam man auch in bezug auf den Prozentsatz der Pflanzen, die schon Ähren ausgebildet haben; während unter den Pflanzen der kalten Keimung 52—78 % die Ährenbildung vollbrachten, haben unter den warm gekeimten Pflanzen bei einer Varietät nur 3 % und bei der anderen 16 % Ähren ausgebildet. Parallel mit der Ährenbildung geht auch das Schossen vor sich: 96 % in den kalten Serien und 12—35 % in den warmen.

Bei der nächsten Aussaat, welche 10 Tage später, am 25. April, gemacht wurde, erwies sich die Reproduktionsfunktion bei dem Winterweizen als bedeutend stärker unterdrückt: unter den Kontrollpflanzen gingen bei *lutescens* nur 6,6 % und bei *erythrospermum* 8 % zum Schossen über. Ährenbildung wurde nur bei einer Varietät beobachtet und fiel von 16 % bis auf 2 %, mit einer Verspätung von 37 Tagen im Vergleich mit der kalten Serie. Kalte Keimung dagegen hat dazu geführt, daß die überwiegende Mehrzahl der Pflanzen (83 % und 74 %) Stengel ausgebildet hat und ein beträchtlicher Teil davon (58 % und 31 %) auch das Stadium der Ährenbildung erreichen konnte.

Bei den Pflanzen der nächsten Aussaat, vom 21. Mai, ist die reproduktive Fähigkeit schon gänzlich durch starke vegetative Entwicklung unterdrückt: unter den Kontrollpflanzen wurde kein einziger Fall von Schossen beobachtet. Durch kalte Keimung gelang es jedoch, bei *lutescens* noch Ährenbildung bei 32 % aus 42 % ins Schossen gekommener Pflanzen hervorzurufen. Bei einer anderen Varietät hingegen hat sich die Fähigkeit zum vegetativen Wachstum so stark erwiesen, daß die kalte Keimung nicht imstande war, sie zu unterdrücken und Ährenbildung hervorzurufen, und ihre Wirkung konnte man nur darin ersehen, daß 16 % Pflanzen ins Schossen gekommen waren.

Bei noch späteren Aussaaten, am 11. Juni, 22. Juni und 8. Juli, hat sich die kalte Keimung durch nichts gezeigt; Versuchs- wie auch Kontrollpflanzen fuhren in der Bestockung bis zum Ende der Vegetationsperiode fort.

Die Fortsetzung unserer Versuche hat somit gezeigt, daß bei Keimung in der Wärme die Fruktifikationsfähigkeit, wenn auch stark unterdrückt, beim Winterweizen noch bei Aussaat Ende April erhalten bleibt, aber schon zum Ende dieses Monats wurde sie fast gänzlich eingebüßt und konnte im Mai gar nicht mehr beobachtet werden. Die Anwendung von kalter Keimung bei Aussaat in der ersten Hälfte des April führt dahin, daß die Bestockungsperiode bedeutend verkürzt wird, was nicht nur das Schossen aller Pflanzen, sondern auch die Ährenbildung und sogar die Fruchtreife der meisten von ihnen zur Folge hat.

Bei Aussaat Ende April ist der Unterschied zwischen kalten und warmen Serien noch größer; die Anwendung von kalter Keimung ergibt jedoch bei diesem Aussaattermin schon einen bedeutend geringeren Prozentsatz sowohl der Ährenbildung, als auch des allgemeinen Schossens. Bei Aussaat Ende Mai ist die stimulierende Wirkung der kalten Keimung noch ganz deutlich ausgedrückt und ergibt noch ein ziemlich hohes Schossenprozent, obwohl in Einzelfällen die auf diese Weise erzielte Beschleunigung sich als ungenügend erweist, um die Ährenbildung hervorzurufen. Bei Aussaaten im Juni und Juli endlich wurde zwischen Pflanzen, welche bei 2—3 ° und 20 ° keimten, bis zum Ende der Versuche kein Unterschied bemerkt.

Versuche mit Roggen. Tab. III und IV.

Im Jahre 1925 wurden Versuche mit Roggen Ende März wieder aufgenommen, wobei zwei Serien, bei 18 ° und bei 5—8 °, ausgesät wurden. Die letztere ging während der Keimung infolge zufälliger Umstände zugrunde. Pflanzen der warmen Serie hingegen waren Mitte Mai stark bestockt und bildeten große ausgebreitete Büsche. Die ersten ährenbildenden Exemplare wurden Ende Juli beobachtet, die Ährenbildung erwies sich stark unterdrückt, ging äußerst uneinig vor sich und zog sich bis zum Ende des Versuches hin. Im ganzen haben 37 % Pflanzen Ähren ausgebildet; das Gesamtprozent des Schossens erwies sich bei dem Ende der Versuche gleich 47 %.

Im folgenden Versuche, am 15. April, wurden die Pflanzen bei 18 ° und 5—8 ° ausgesät. Der Unterschied zwischen beiden Serien war Anfang Juni deutlich zu bemerken, als die kalte Serie

einheitlich ins Schossen gekommen war, während die warme in starker Bestockung fortfuhr. Eine einheitliche Ährenbildung bei der kalten Serie fing Mitte Juni an, in der warmen Serie jedoch kamen erst am 4. August die ersten ährenbildenden Exemplare zum Vorschein, d. h. die Keimung bei 5° rückte die Zeit der Ährenbildung um 47 Tage näher.

Die Stärke der stimulierenden Wirkung der kalten Keimung tritt bei diesem Aussaattermin besonders hervor, wenn man die kalte Serie der Aussaat am 15. April mit der Serie vergleicht, welche um 16 Tage früher ausgesät wurde, das Keimungsstadium aber bei 18° durchgemacht hatte. Trotz des Unterschiedes in den Aussaatterminen ging die kalte Serie, welche am 15. April ausgesät wurde, um 39 Tage früher zur Ährenbildung über, als die am 30. März ausgesäte warme. Die Größe der Stimulation kommt auch in der Zahl der ährenbildenden Pflanzen zum Ausdruck; während beim Roggen der März-Aussaat, der bei 18° keimte, das Ährenbildungsprozent gleich 37 % war und beim Roggen, der bei derselben Temperatur keimte, aber am 15. April ausgesät wurde, bis zu 18 % gefallen war, erwies es sich bei der kalten Serie des letzteren Aussaattermines gleich 91 %. Die entsprechenden Zahlen für das Schossen sind folgende: 47 %, 29 % und 96 %.

Im Versuch vom 25. April wurden drei Serien ausgesät: bei 18—20°, 5—8° und 2—3°. Beide kalten Serien gingen zur Ährenbildung in der ersten Hälfte des April über, in der warmen Serie dagegen wurden die ersten ährenbildenden Pflanzen am 26. August beobachtet; folglich betrug in diesem Falle die von kalter Kultur beeinflußte Beschleunigung der Ährenbildung mehr als 50 Tage. Es ist bemerkenswert, daß sowohl die kalte Temperatur von 2—3°, als auch die gemäßigtere von 5—8° eine ganz gleiche beschleunigende Wirkung ausübten. Die Fähigkeit zur Ährenbildung ist beim Winterroggen von diesem Aussaattermin nur noch sehr schwach ausgedrückt: in der warmen Serie haben nur 3 % Pflanzen Ähren gebildet. Die Herabsenkung der Keimungstemperatur aber hat eine Ährenbildung von 69 % in dem einen und 62 % in dem anderen Falle hervorgerufen. Auch in bezug auf das Prozent der ährenbildenden Pflanzen war kein einigermaßen bedeutender Unterschied zwischen den Serien, welche bei 5—8° und 2—3° gekeimt hatten, zu bemerken, während zwischen diesen zwei kalten Serien und derjenigen, welche bei 18° gekeimt hatte, ein sehr großer Unterschied zu ersehen ist.

Beim Roggen, der am 21. Mai ausgesät wurde, erwies sich die reproduktive Funktion als gänzlich unterdrückt: unter den

Kontrollpflanzen kam keine ins Schossen; in der kalten Serie dagegen bildeten 73 % Pflanzen Stengel und 63 % davon konnten noch Ähren bilden.

Beim Winterroggen war die stimulierende Wirkung der kalten Keimung noch bei der Aussaat vom 11. Juni zu bemerken, wobei in der kalten Serie 32 % Pflanzen Ähren bildeten. Bei der Aussaat vom 8. Juli wurden weder Ährenbildung noch Schossen mehr beobachtet.

Die angeführten Versuche über den Einfluß der Temperatur der Keimung auf die Ährenbildung des Winterroggens bei später Sommeraussaat ergaben somit im ganzen dieselben Resultate wie die Versuche mit Winterweizen.

Allgemeine Schlußfolgerungen.

Wenn wir die allgemeinen Resultate unserer zweijährigen Versuche betrachten, können wir folgende Schlüsse über die Rolle der Keimungstemperatur auf die Ährenbildung von Wintergetreide bei Sommeraussaat ziehen:

Die Herabsenkung der Keimungstemperatur ist nicht immer ein unbedingter Faktor der Ährenbildung beim Wintergetreide im ersten Jahre. Bei sehr frühen Aussaaten (Dezember bis Anfang März), wenn die Tendenz zum reproduktiven Wachstum beim Wintergetreide die Tendenz zum vegetativen Wachstum überwiegt, tritt die Ährenbildung auch ohne Einfluß von niedrigen Temperaturen leicht ein.

Zuerst wird die beschleunigende Wirkung der kalten Keimung beim Weizen Anfang März beobachtet, beim Roggen ein wenig später. Bei diesen selben Aussaatterminen haben diese Pflanzen auch die ersten Merkmale von Unterdrückung der Fruchtbildung gezeigt.

Bei der Aussaat Mitte April erweist sich die Ährenbildungsfähigkeit schon als sehr unterdrückt und bei Pflanzen, die Ende dieses Monats ausgesät wurden, fehlt sie fast gänzlich. Die Rolle der kalten Keimung erweist sich bei diesen Aussaatterminen als sehr bedeutend, wie in bezug auf die Beschleunigung des Prozesses selbst, so auch in bezug auf den Prozentsatz ährenbildender Pflanzen.

Bei der Aussaat im Mai, und beim Roggen auch Anfang Juni, tritt die stimulierende Wirkung der kalten Keimung noch deutlich hervor, indem sie einen ziemlich großen Prozentsatz des Schossens und zuweilen auch der Ährenbildung hervorruft.

Bei späteren Aussaaten aber kommt die Wirkung der kalten Keimung schon nicht mehr zum Ausdruck.

Unsere bisher angeführten Versuche stimmen somit vollkommen mit den Ergebnissen von GASSNER überein, welche ebenfalls die stimulierende Wirkung von kalter Keimung auf Fruktifikation beim Wintergetreide behandeln. Weitere Versuche sollen die Frage lösen, welche Faktoren diese stimulierende Wirkung bei sehr früher und sehr später Aussaat unterdrücken.

Literatur.

1. MAXIMOV, N. A., und POJARKOVA, A. J., Über die physiologische Natur der Unterschiede zwischen Sommer- und Wintergetreide. Jahrb. f. wiss. Bot. 64, 1925, S. 702—730.
2. GASSNER, G., Beobachtungen und Versuche über den Anbau und die Entwicklung von Getreidepflanzen im subtropischen Klima. Jahresber. d. Vereinig. f. angew. Bot. 8, 1900, S. 95—163.
3. —, —, Beiträge zur physiologischen Charakteristik sommer- und winterannueller Gewächse, insbesondere der Getreidepflanzen. Zeitschr. f. Bot., X, 1918, S. 417—430.
4. MURINOW, A. D., Zur Biologie der Wintergetreide. Über das Schließen der Wintergetreide bei Frühjahrsaussaat. Recueil. des travaux du laboratoire d'agronomie, dirigé par D. PRIANICHNIKOV, vol. IX, 1914, S. 167—252 (russisch).
5. DOROSCHENKO, A. W., Photoperiodism of some cultivated forms in connection with their origin. Bulletin of Applied Botany and Plant Breeding, 17, 1927, No. 1, S. 167—220 (russisch mit englischer Zusammenfassung).

---

69. E. Werth: Floren-Elemente und Temperaturverteilung in Deutschland.

(Mit Tafel XVI.)

(Eingegangen am 25. November 1927. Vorgetragen in der Dezembersitzung.)

Im Hinblick auf das Ziel einer klimatologischen Gliederung Deutschlands[1]) habe ich folgende Gruppen von Florenelementen unterschieden, deren Abhängigkeit von der Temperaturverteilung in Folgendem zur Erörterung steht.

1. Die Mitteleuropäische Florengruppe. Sie hat ihren Schwerpunkt im Verbreitungsgebiet der Buche und bildet den Grundstock unserer Flora. Die überwiegende Zahl aller Arten und darunter die allerverbreitetsten gehören hierher. So z. B. unsere wichtigsten Laubbäume: Buche, Hainbuche, Eiche, Bergahorn, Ulme, Linde, Esche, Süßkirsche, ferner Hasel, Eibe und viele andere.

Wenn zwar die Nordostgrenze der Buche selbst noch Ostpreußen durchschneidet — entsprechend der Januar-Isotherme von —3⁰ —, so verlaufen doch ganz ähnlich die Grenzlinien der Eibe, des Bergahorns, der Traubeneiche, der Hainbuche, des Efeus, des Sauerdorns und der Waldrebe. Und die Gesamtheit dieser klimatologisch-gleichsinnig begrenzten Areale schließt Deutschland vollkommen ein. Aus diesem Grunde und entsprechend der Allgemeinverbreitung dieser Florenelemente in Deutschland sind sie für eine klimatische Gliederung desselben gerade weniger brauchbar. Sie sind vor allem maßgebend in der unteren Region des großen mittel- und süddeutschen Berglandes.

2. Die Boreale Florengruppe. Sie hat ihren Schwerpunkt in der skandinavischen bzw. nordeuropäischen Nadelwaldregion. Ihre Elemente haben innerhalb Deutschlands vielfach eine zweifache Verbreitung. Einmal besitzen sie eine Südgrenze im norddeutschen Tieflande; zum andern finden wir sie wieder in höheren Lagen, wo sie als Gebirgspflanzen eine untere Grenze

1) Vgl. E. WERTH: Klima- und Vegetationsgliederung in Deutschland. Mitt. a. d. Biologischen Reichsanstalt f. Land- und Forstwirtschaft, Heft 33, Berlin 1927.

haben. Von den Südgrenzen borealer Florenelemente erscheint mir am wichtigsten diejenige der Krähenbeere *(Empetrum nigrum)*, die zugleich die Gebiete des Nordatlantischen und des Baltischen Klimabezirkes umfaßt. Die Krähenbeere meidet Julitemperaturen über 17½°. An die Juli-Isotherme von 17° heften sich die südlichsten Fundpunkte von *Lobelia dortmanna*; und die Juli-Isotherme 16,7° grenzt das deutsche Vorkommen von *Cornus suecica* nach Süden ab. Wie letztere Art, abgesehen von einem isolierten Vorkommen im vorderen Hinterpommern, sich in Deutschland ganz auf das Nordseegebiet (Nordatlantischer Bezirk) beschränkt, so sind andere boreale Elemente: *Rubus chamaemorus*, *Montia lamprosperma*, ganz oder fast ganz auf den baltischen Klimabezirk beschränkt. Dieser wird umgrenzt im Süden durch die Juli-Isotherme 17,5°, im Westen durch die Januartemperaturlinie von —1°. Die Fichte ist in ihrem natürlichen Vorkommen im Tieflande in Deutschland auf den kalten Nordosten (Ostpreußen) beschränkt (mittlere Januartemperatur — 3° und kälter — Konkurrenzgrenze gegenüber der Buche) Sie ist zugleich das wichtigste boreale Element unserer höheren Gebirgslagen. Daneben sind noch einige andere boreale Arten typisch für die höheren Lagen unserer Mittelgebirge: *Empetrum nigrum*, *Betula nana*, *Linnaea borealis*, *Polygonum viviparum* (Schraffensignatur der Tafel XVI).

3. Die Mediterrane Florengruppe. Sie hat ihren Schwerpunkt im (westlichen) Mittelmeergebiet. Ihre (für Deutschland) extremen Vertreter sind auf das Rheingebiet und seine Abzweigungen (Rheinischer Klimabezirk) beschränkt. Die wichtigsten Arten dürften sein: *Buxus sempervirens*, *Acer monspessulanum*, *Tamus communis*, *Carex gynobasis*, *Orchis simia*, *Ophrys anthropophora*, *Limodorum arbortivum*, *Daphne laureola*, *Trifolium scabrum*, *Vicia narbonensis*, *Colutea arborescens*, *Gentiana (Chlora) perfoliata* und *serotina*. Das Gesamtareal dieser Arten umfaßt das sommerwärmste Gebiet Deutschlands mit einer mittleren Julitemperatur von 18 bis über 19°. Es hat aber ebenfalls einen sehr milden Winter: die mittlere Januartemperatur liegt größtenteils über 0° und geht nicht unter —1° herab. An Kulturpflanzen sind hier zu nennen: Wein und Mais; aber auch das Hauptgebiet des Weizens (mehr Weizen- als Roggenbau) fällt ganz hierher. Ferner ist der Bezirk dieser extrem mediterranen Elemente zugleich das Gebiet der Buschwälder der Edelkastanie.

Eine weitere Gruppe und zwar gemäßigterer mediterraner Elemente ist als

4. **Mediterran-Atlantische Florengruppe** abzutrennen; auch einfach nur **Atlantische Gruppe** genannt. Sie wird von mediterranen oder submediterranen Formen gebildet, die auch in dem zwar sommerkühlen aber wintermilden (Januar wärmer als —1,0°) Gebiet Nordwestdeutschlands (Nordseeeinfluß) noch fortkommen. Ihr auffallendster Vertreter ist wohl die Stechpalme *(Ilex aquifolium)*. Die Nordgrenze dieser — in Deutschland zum großen Teil eine Ost- bzw. Südostgrenze — wird (in Norddeutschland wenigstens) durch die Januar-Isotherme von —1° bestimmt; sie bildet im Norden, wo sie das Areal vom Empetrum durchschneidet, die Grenze zwischen dem Atlantischen und Baltischen Klimabezirk und südlich davon auch die zwischen dem ersteren und dem Subsarmatischen Bezirk. Die Gesamtbegrenzung des Areals der Stechpalme in Deutschland stimmt am besten überein mit der Linie 18° Jahresschwankung der Monatsmittel, womit auch wieder der für Deutschland atlantisch bedingte Charakter (relativ milder Winter) der besagten Grenze zum Ausdruck gelangt. Ähnlich wie das von Ilex ist in Norddeutschland auch das Areal des Englischen Ginsters (*Genista anglica*) begrenzt; es bildet jedoch eine nach Südost über das Elbegebiet ausgestreckte Zunge, damit sich noch enger an den Verlauf der —1° Januar-Isotherme anlehnend. Ähnlich verhält sich auch das Areal von *Erica tetralix*, der Charakterpflanze der nordwestdeutschen Heide, das außerdem aber auch noch auf den Küstenkreis des Baltischen Klimabezirkes übergreift und sich somit der Januar-Isotherme von —1,5° anschmiegt.

5. **Pontische Florengruppe.** Die pontische Florengruppe ist mit der mediterranen innig verwandt und hält sich wie diese vom europäischen Norden fern. Die pontischen oder sarmatischen Florenelemente haben ihren Schwerpunkt im südrussischen Steppengebiet. Die Gruppe ist charakteristisch für den Subsarmatischen Klimabezirk Deutschlands, welcher ungefähr durch die Juli-Isotherme von 17,5° umgrenzt wird und das große nordostdeutsche Trockengebiet darstellt mit einer relativen Luftfeuchtigkeit von 72% und weniger in den drei Sommermonaten. Von hierher gehörenden pontischen Arten seien genannt: *Dianthus arenarius Pulsatilla patens* und *pratensis*, *Thesium intermedium*, *Salvia pratensis*, *Scorzonera purpurea*, *Stipa pennata* und *capillata*, *Dactylis aschersoniana*. Das Areal der pontischen Purpurblütigen Schwarzwurz (*Scorzonera purpurea*) deckt sich ungefähr mit dem genannten Klimabezirk und wird mithin auch von der Juli-Isotherme von 17,5° in Norddeutschland umrissen.

Die Vertreter der pontischen Florengruppe zeigen im Gegensatz zu den rein mediterranen Elementen eine auffallende Zurückhaltung gegenüber der Atlantischen Küste und stehen daher im ausgesprochenen Gegensatz zu den atlantischen Elementen. Haben diese in Norddeutschland zumeist ausgesprochene Südostgrenzen, so haben die pontischen Elemente eine Nordwestgrenze. Und die Grenzzone unserer Klimabezirke: Nordatlantischer und Subsarmatischer sind reich an Arealgrenzen von der einen wie von der anderen Seite. Es seien hier nach GRAEBNER[1]) genannt von atlantischen Pflanzen: *Myrica gale, Erica tetralix, Cicendia filiformis, Helosciadum inundatum, Myriophyllum alterniflorum*, von subsarmatischen Arten: *Thesium intermedium, Scorzonera purpurea, Pulsatilla patens.* Die Süd- bzw. Südostgrenze des atlantischen *Myriophyllum alterniflorum* fällt annähernd mit der Nord- bzw. Nordwestgrenze des Areals von *Scorzonera purpurea* und damit auch mit der Juli-Isotherme von $17\frac{1}{2}^0$ zusammen. Gemäß ihres südlichen Charakters sind die zur pontischen Florengruppe gehörenden Arten nicht auf Norddeutschland beschränkt und wohnen in Mittel- und Süddeutschland vielfach mit rein mediterranen Arten zusammen; so *Scorzonera purpurea* in der oberbayerischen Ebene („Steppenheide“-Gebiete) und dem vielfach steppenartigen (Schwarzerdeböden!) Oberrheintal (Siehe Signatur der Tafel). Von solchen in Mittel- und Süddeutschland weiterverbreiteten hierher gehörenden Arten nennt GRAEBNER[2]): *Adonis vernalis, Anemone silvestris, Pulsatilla patens, Clematis recta, Linum flavum, Cytisus capitatus, Cornus mas, Verbascum phoeniceum, Iris variegata.*

Das Gebiet der pontischen „Steppenheide“-Genossenschaft Süddeutschlands (GRADMANN) liegt innerhalb der 17^0 Juli-Isotherme.

6. Sibirische Florengruppe. Der südöstlichen pontischen steht eine östliche bis nordöstliche Gruppe von Florenelementen gegenüber, deren Vertreter nur in Ostdeutschland eine Rolle spielen. Es seien nur einige genannt: Die Sibirische Glockenblume (*Campanula sibirica*) geht in Norddeutschland bis zur Oder oder etwas darüber hinaus. Das Areal des Grünblühenden Leimkrautes (*Silene chlorantha*) in Deutschland bildet das vollendete

1) P. GRAEBNER: Die Heide Norddeutschlands, Band V von ENGLER-DRUDE: Die Vegetation der Erde, Leipzig 1901.

2) P. GRAEBNER: Die Entwicklung der deutschen Flora, Leipzig 1912, S. 132.

Gegenstück zu dem von *Erica tetralix*; während nämlich diese über den Atlantischen Bezirk hinaus noch über das Baltische Küstengebiet und mit einer Zunge bis in die Lausitz übergreift, meidet *Silene chlorantha* diese beiden Gebiete, stößt aber zwischen denselben bis zur mittleren Mark Brandenburg vor. Die Nord- und Westumgrenzung ihres deutschen Arealanteiles fällt daher ziemlich gut mit der Januar-Isotherme von $-1{,}5^0$ zusammen. Eine wichtige Form des sibirischen Florenkreises ist die Lärche, die wildwachsend in Deutschland nur „im niederen Gesenke von Kunzendorf bei Neustadt (Oberschlesien) bis Freudenthal und Gr.-Herlitz"[1]) sowie im östlichen Teil der Bayerischen Alpen vorkommt.

7. Alpine- und Arktisch-Alpine Florengruppe. Ihre Vertreter haben ihren Schwerpunkt entweder in der Nordischen Tundra (arktisch) oder in den höheren Regionen der Alpen (alpin). Sie sind vor allem charakteristisch in Deutschland für die über der Waldgrenze, also über dem Fichtengürtel, gelegenen Gebiete der höheren Mittelgebirge und der Alpen. Die untere Grenze dieses Alpinen Bezirkes liegt im Norden und Westen tiefer als im Süden und Osten: Harz 1080 m, Sudeten 1230—1320 m, Böhmer Wald 1400 m, Vogesen 1320 m, Schwarzwald 1400 m, Bayerische Alpen 1900—2000 m. Diese Waldgrenze fällt in den deutschen Mittelgebirgen ungefähr mit einer mittleren Julitemperatur von 11^0 zusammen; genauer noch läßt sie sich fassen durch die mittlere Maitemperatur von 6^0 (Temperatur-Schwellenwert). In der Massenerhebung der Alpen kann jedoch der Wald erheblich über diese Temperaturgrenze hinaussteigen. Je nach Exposition (Süd- oder Nordlage) und Windschutz durch Bergmassen schwankt hier die Waldgrenze ganz erheblich und kann selbst an nahe benachbarten Orten um mehrere 100 m differieren. Der Kernpunkt der arktisch-alpinen Florengruppe liegt für Deutschland natürlich im deutschen Alpenanteil. Bezeichnend für die alpinen Matten der deutschen Mittelgebirge sind namentlich folgende Arten: *Pinus montana*, *Pulsatilla alpina*, *Hieracium alpinum*, *Gentiana pannonica*, *Saxifraga stellaris*, *Campanula scheuchzeri*.

Zeichenerklärung zu Tafel XVI.

Zeichen a. Zusammhängendes Gebiet von *Empetrum nigrum*.
Zeichen b. Fundpunkte von *Cornus suecica*.
Zeichen c. Südlichste Fundpunkte von *Lobelia dortmanna*.

---

1) F. PAX: Schlesiens Pflanzenwelt, Jena 1915, S. 61.

Zeichen d. Zusammenhängendes Gebiet von *Scorzonera purpurea* in Norddeutschland.
Zeichen e. Fundpunkte von *Scorzonera purpurea* in Süddeutschland.
Zeichen f. Westgrenze von *Silene chlorantha*.
Zeichen g. Ostgrenze von *Ilex aquifolium*
Zeichen h. Ostgrenze von *Genista anglica*.
Zeichen i. Ostgrenze von *Erica tetralix*.
Zeichen k. Fundpunkte von *Buxus sempervirens*.
Zeichen l. Fundpunkte von *Acer monspessulanum*.
Zeichen m. Fundpunkte von *Tamus communis*.
Zeichen n. Fundpunkte von *Heliotropium europaeum*.
Zeichen o. Fundpunkte von *Chlora perfoliata* und *serotina*.
Zeichen p. Fundpunkte von *Daphne laureola*.
Zeichen q. Fundpunkte von *Colutea arborescens*.
Zeichen r. Verbreitung borealer Florenelemente *(Empetrum, Betula nana, Linnaea borealis, Polygonum viviparum)* in den Mittelgebirgen.
Zeichen s. Vorkommen alpiner und arktisch-alpiner Elemente auf den höheren Gebirgen *(Pulsatilla alpina, Hieracium alpinum, Pinus montana, Gentiana pannonica, Saxifraga stellaris, Campanula scheuchzeri.)*

Ausgezogene Linien = Juli-Isothermen.
Gestrichelte Linien = Januar-Isothermen.

---

70. E. Heinricher: Zur Aufzucht der Rafflesiacee Cytinus Hypocistis L. aus Samen.

(Eingegangen am 14. Dezember 1927. Vorgetragen in der Dezembersitzung.)

Im 35. Bande (1917) dieser Berichte habe ich eine Mitteilung über die erste gelungene Aufzucht des genannten Parasiten aus Samen veröffentlicht. Von 36 Aussaaten, die auf verschiedene *Cistus*-Arten am 1. August 1913 vorgenommen worden waren, erhielt ich an 2 Pflanzen von *Cistus populifolius*, in der Zeit zwischen 20. 1. bis 14. 3. 1917, zur Blüte vorbrechende Triebe des *Cytinus*. Angenommen, daß die Keimung 1913 erfolgt war, hat der Entwicklungsgang bis zur Blühreife $3\frac{1}{4}$—$3\frac{1}{2}$ Jahre gedauert. Diese beiden *Cytinus*-Pflanzen kamen nur einmal zum Blühen, während die 1914 aus Lussin auf den Wirtpflanzen eingebrachten durch Jahre erhalten blieben[1]). Das Eingehen der 2 Pflanzen ist wohl auf Vernachlässigung der Kultur zurückzuführen, denn 1917 war die Not in unserem Garten im Höhepunkt. Im Sommer starb der einzige dem Garten verbliebene Gehilfe (der Inspektor IPSER war schon 1914 gefallen), durch mehrere Monate fehlte dann jede gärtnerisch geschulte Kraft.

Die übrigen angesetzten 34 Topfkulturen auf *Cistus* schienen erfolglos zu bleiben; wegen Raummangels in den Kalthäusern gestattete ich 1921 ihre Beseitigung. Ihr entging aber zufällig eine der *Cistus*-Pflanzen, und diese überraschte uns im Januar 1927 als Trägerin eines *Cytinus*. Der *Cistus* ist als *C. salvifolius* bezeichnet[2]); es brachen mehrere Infloreszenzen des Parasiten aus ihm hervor, und schon anfangs Dezember dieses Jahres ist abermals das Erscheinen von Infloreszenzen feststellbar, die im Frühling 1928 ihre Blüten entfalten werden.

1) Von den 2 Pflanzen war bei einer der Wirt besonders kräftig, und auf ihm kamen jedes Frühjahr zahlreiche *Cytinus*-Blütenstände hervor. Die Höchstzahl war 1916 mit 11 erreicht, 1917 fiel sie auf 4 und in der Folge erschien keine mehr. An der schwächeren *Cistus* bildeten sich nur wenige Blütenstände, dafür lebte auf ihr der Schmarotzer bis 1922, in welchem Jahre die letzten 2 Infloreszenzen getrieben wurden.

2) Die Artbezeichnung dürfte aber nicht richtig sein, denn die Blüten der Wirtpflanze waren von rosa Färbung, während sie bei *Cistus salvifolius* rein weiß sind.

Für den, der etwa die Kultur von *Cytinus* versuchen will, ist die Kenntnis dieser Sachlage wichtig. Während nämlich die ersten blühenden Pflanzen schon nach 3 Jahren erhalten wurden, ist für die letzt besprochene Pflanze der Zeitraum von der Aussaat bis zu ihrem Erscheinen auf 14 Jahre gewachsen. Daß diese Pflanze meiner 1913 angesetzten Kulturreihe zugehört, ist außer Zweifel. Nicht entschieden ist aber, ob die Keimung sich vielleicht um Jahre verzögert hat, indem erst spät der Kontakt eines Samens mit einer geeigneten Nährwurzel stattfand, oder ob die Verzögerung nur darauf beruht, daß der Parasit seine Entwicklung auf einer tief im Boden liegenden Wurzel begann und sich erst allmählich in ihr bis zur Bodennähe emporarbeiten mußte, um Infloreszenzen treiben zu können.

Als Ergebnis ist also zu buchen, daß bei der Kultur Geduld zu herrschen hat; sehr wahrscheinlich wäre der Parasit im Laufe der Zeit noch in mehreren Töpfen der ursprünglichen Kulturreihe erschienen.

Noch eine zweite Frage möchte ich hier berühren. In seiner kürzlich erschienenen Abhandlung „Über eine *Rafflesia* aus Zentralborneo“ gibt HANS WINKLER[1]) ein sehr zutreffendes und lehrreiches Bild über die noch so lückenreiche Kenntnis der biologischen Verhältnisse bei den Rafflesieae. Auf S. 74 wird auch die Frage gestreift, aus welchen Organen der Wirtspflanze die Blüten hervorbrechen. Es heißt dort: „Ebenso herrschen noch Meinungsverschiedenheiten darüber, ob die Blüten aus den Stengeln oder den Wurzeln des Wirtes hervorbrechen, oder vielleicht auch auf beiderlei Organen vorkommen können. Letzteres ist nicht unwahrscheinlich; doch glaube ich, daß wohl in den meisten bekannten Fällen die befallenen Organe Wurzeln waren.“

Ich pflichte der Ansicht WINKLERs bei, glaube sogar, daß der Befall stets auf Wurzeln erfolgt. Daß aber von diesen aus der Parasit auch auf den Stamm übergehen kann, habe ich für *Cytinus* mit Sicherheit feststellen können. An der in der Fußnote 1 erwähnten schwächeren Pflanze, von den aus Lussin eingebrachten beiden, wurden 1920 ausnahmsweise 5 Blütenstände angelegt, davon einer am Stamme 1 cm über dem Boden. 1921 kam am Stamme 4 cm über dem Boden wieder eine schwache Infloreszenzanlage hervor. Der „Thallus“ hat sich also weiter nach aufwärts vorgeschoben.

1) Planta, Archiv für wissenschaftliche Botanik. 4. Bd., 1927.

Selbstverständlich wird dies immer nur an den dem Boden nahen unteren Stammteilen stattfinden können, wo genügende Feuchtigkeit herrscht, die ja in der Seeluft und durch das Unterholz gewährleistet ist. In gleicher Weise wird das aber auch im feuchten Tropenwalde für *Rafflesia* und *Brugmansia* zutreffen.

Innsbruck, Botanisches Institut, im Dezember 1927.

---

71. Felix Rawitscher: Weitere Beiträge zum Windeproblem.

(Mit 2 Abbildungen im Text.)

(Vorläufige Mitteilung.)

(Eingegangen am 28. November 1927. Vorgetragen in der Dezembersitzung.)

In den beiden letzten Jahrzehnten hat die Frage nach den Ursachen der Windebewegungen ein erneutes, sehr lebhaftes Interesse wachgerufen. Den Arbeiten von NIENBURG (10) und BREMEKAMP (1) in den Jahren 1911 und 12, die sich beide für Autonomie der Windenutation aussprechen, folgte 1921 GRADMANN (2—8), der in seiner Überkrümmungstheorie geotropischen Überkrümmungen die Hauptrolle zuschreibt (in seiner letzten Veröffentlichung [8] allerdings nur noch in abgeschwächter Form), während kurz vorher (1920) schon ULEHLA (15) Versuche am Klinostaten geschildert hatte, die ein starkes Argument für die alte NOLLsche Lateralgeotropismustheorie abgeben. Diese Versuche sind 1926 von JOST und VON UBISCH (9) mit gleichem Erfolge wiederholt worden. Der Verfasser dieser Mitteilung schließlich ist an Hand von 1924 veröffentlichten Untersuchungen (12, 13) zur Überzeugung gelangt, daß auch beim Fehlen äußerer Reize — also vor allem des Schwerereizes — die Nutationsbewegungen vor sich gehen können, daß es also eine autonome Windebewegung jedenfalls gibt (womit ja nicht geleugnet sein soll, daß es auch andere Ursachen geben könne, die zu Kreisbewegungen führen). Die gleiche Ansicht vertritt auch 1925 TEODORESCO (14).

Aus dieser kurzen Zusammenstellung sehen wir also, daß die neueren Arbeiten nicht nur keine Übereinstimmung gebracht haben, sondern, während früher nur die Lateralgeotropismustheorie NOLLs

und die DARWINsche Autonomietheorie einander gegenüberstanden, jetzt noch die GRADMANNsche Überkrümmungstheorie hinzugekommen ist.

Da die bisher bekannten Beobachtungen also von den einzelnen Untersuchern eine ganz verschiedene Deutung erfahren haben, kann eine Förderung des Problems nicht so sehr aus der Erörterung des schon Bekannten heraus erwartet werden; es ist vielmehr unsere Aufgabe, zunächst das Tatsachenmaterial zu erweitern und neue Beobachtungen zusammenzutragen.

Aus solchen noch nicht abgeschlossenen Untersuchungen heraus sei hier vor allem eine Beobachtung mitgeteilt, die wohl eins der allerbeweisendsten Beispiele für autonom erfolgende Kreisbewegungen darstellt, und bei der die Kreisbewegung offensichtlich ohne Beteiligung des Lateralgeotropismus und ohne Mitwirkung von geotropischen oder sonstigen Überkrümmungen vor sich geht.

Entfernt man den Spitzentrieb einer Windepflanze, etwa von *Pharbitis hispida*, so treiben alsbald die in den Achseln der Blätter befindlichen Knospen aus und entwickeln Seitensprosse, die zunächst einen plagiotropen, schrägen Wuchs zeigen, sich aber später allmählich aufrichten. Auch diese Seitensprosse fangen bald an zu kreisen und entwickeln sich als richtige Windesprosse. Bei *Pharbitis* — nebenbei bemerkt der Hauptversuchspflanze der Anhänger der Lateralgeotropismustheorie — beginnt das Kreisen nun schon, während der Sproß noch plagiogeotropisch wächst; es erfolgt um eine schräge Achse, und die einzelnen Phasen eines solchen Windeumgangs sind in Seitenansicht in Abb. 1 dargestellt. Die Lage 1 ist die oberste, die Lage 3 die unterste, die erreicht wird; 2 und 4 sind die beiden durchlaufenen seitlichen Lagen. Diese Nutationsbewegung beginnt, wenn die Sprosse etwa 5 cm lang geworden sind; sie setzt ganz allmählich ein und verstärkt sich nach und nach. Die Geschwindigkeit, mit der ein voller Kreis durchlaufen wird, ist etwa dieselbe, wie bei den erwachsenen *Pharbitis*sprossen, unter günstigen Umständen etwa 2—3 Stunden. Der Vorgang des Kreisens setzt regelmäßig ein, ist, wie bei *Pharbitis* stets, links, d. h. entgegen dem Uhrzeiger, gerichtet und erfolgt zunächst immer entsprechend dem dargestellten Schema. Beachtenswert ist vor allem, daß auch in der obersten erreichten Lage (1) der Sproß nach derselben Richtung geneigt ist, wie in der untersten (3). Torsionen kommen bei dieser Art von Kreisbewegungen gar nicht vor, die jungen Sprosse sind und bleiben stets ganz untordiert. In dieser Lage und in diesem Ausmaß, wie Abb. 1 es darstellt, verlaufen die ersten Kreisbewegungen

in recht großer Anzahl, bevor der Sproß sich allmählich aufrichtet. Ich habe die Bewegung wiederholt kinematographisch registriert — Belichtung entweder von oben, oder von beiden Seiten —, und in einer der Aufnahmen kann man die Bewegung zwölfmal hintereinander verfolgen; stets bleibt die oberste erreichte Lage nach derselben Richtung geneigt, wie die anderen.

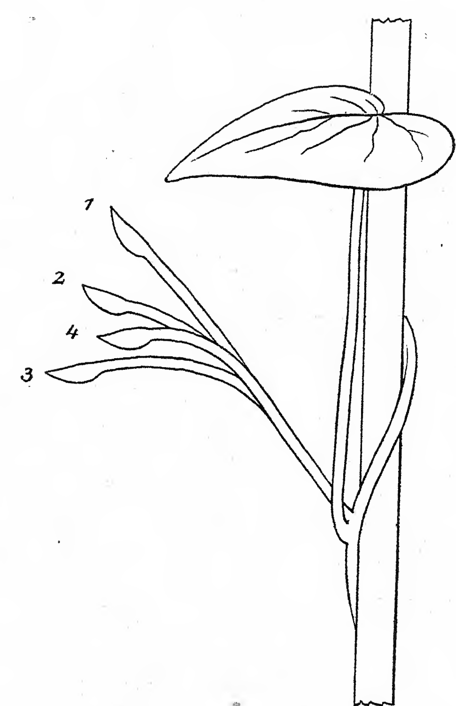


Abb. 1. Kreisbewegung plagiotroper Seitensprosse von *Pharbitis hispida*. Von der Seite gesehen.

Diese Beobachtung verträgt sich nun gar nicht mit der Theorie des Lateralgeotropismus. Nach dieser Theorie soll ja durch geotropische Reizung jeweils die — von der Spitze gesehen — linke Flanke bei Linkswindern wie *Pharbitis*, zum verstärkten Wachstum angeregt werden. Eine Kreisbewegung kann also nur dann zu Stande kommen, wenn die kreisende Spitze sich nacheinander nach jeder Seite des Horizontes überneigt und jede Seite der Reihe nach zur linken Flanke wird. Das ist ja auch bei orthotropen Sprossen in der Regel der Fall, und da man bisher auf das Kreisen plagiotroper Sprosse nicht geachtet hatte,

war hierin die Theorie bis jetzt in Übereinstimmung mit den Tatsachen. Daß dies für die hier geschilderte Form der Bewegung nicht mehr der Fall ist, erkennt man ohne weiteres; es wird besonders deutlich bei Betrachtung der Abb. 2, die denselben Vorgang von vorne zeigt. Die ursprünglich linke, hier schraffiert gezeichnete Flanke bleibt immer links, die Bewegung des Sprosses von links nach rechts vermag die Theorie wohl noch zu erklären, nicht aber die Rückkehr von rechts nach links und nicht die regelmäßigen Bewegungen von oben nach unten und umgekehrt.

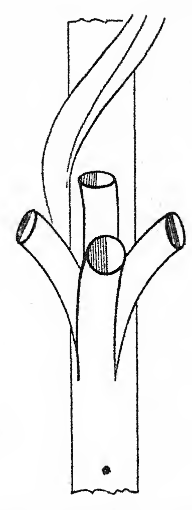


Abb. 2. Schema zu Abb. 1. Von vorn gesehen.

Wir können aber aus der beschriebenen Beobachtung nicht nur entnehmen, daß die Kreisbewegung hier ohne Lateralgeotropismus unterhalten werden kann, sondern auch, daß hier in unserm Fall überhaupt kein Lateralgeotropismus auftritt. Denn wäre auch nur eine geringe lateralgeotropische Komponente hier neben anderen Faktoren mit im Spiele, so müßte ja bei der regelmäßigen Wiederholung der Kreisbewegung allmählich wenigstens eine Verschiebung der Bewegungsachse nach rechts bemerkbar werden. Auch das aber ist durchaus nicht der Fall; in vielen aufeinanderfolgenden Kreisumgängen wird auch die äußerste linke und rechte Grenzlage beibehalten und die Achse, um die die ganze Bewegung erfolgt, nicht verschoben!

Verträgt sich unsere Beobachtung nicht mit der Theorie des Lateralgeotropismus, so ist es auch nicht viel besser mit der Über-

krümmungstheorie. Diese setzt ja in ihrer ursprünglichen Fassung voraus, daß abwechselnd jede Flanke durch die Kreisbewegung zur Unterseite wird, und daß hierbei eine geotropische Aufkrümmung induziert wird, die in der übernächsten Phase sich in einer geotropischen Überkrümmung auswirkt. Nun, bei unserem Versuch bleibt ja immer dieselbe Flanke auf der Unterseite und wird nur während des Kreisumgangs bald stärker, bald schwächer geotropisch gereizt. Eine geotropische Reizung aller Flanken nacheinander findet hier nicht statt. Indessen könnte GRADMANN seine Theorie unserer Beobachtung dadurch anpassen, daß er die plagiotropen Sprosse eben um eine plagiotrope Ruhelage kreisen läßt, die sich ja auch tatsächlich in der Mitte zwischen den Grenzlagen 1, 2, 3 und 4 (Abb. 1) befinden muß, und daß in jeder der Grenzlagen eine Krümmung (und Überkrümmung) zu der plagiotropen Ruhelage hin erfolgen müßte. Solchen Deutungsversuchen stehen aber die Beobachtungen am Klinostaten entgegen. Verf. hatte ja zeigen können (12), daß auch am Klinostaten bei Rotation um die horizontale Achse die Kreisbewegungen erfolgen, und diese Feststellung wurde bald durch TEODORESCO bestätigt und erweitert. Auch ZIMMERMANN gibt neuerdings (16) entsprechende Beobachtungen an. Gegenüber diesen Beobachtungen läßt sich nun die Überkrümmungstheorie in ihrer ursprünglichen Form als geotropische Überkrümmungstheorie nicht mehr halten — ebensowenig wie die Lateralgeotropismustheorie übrigens —, und GRADMANN ist denn auch dazu übergegangen, in seiner Theorie den Geotropismus durch den Autotropismus zu ersetzen. „So können wir auch bei den Windepflanzen die Kreisbewegungen am Klinostaten dadurch erklären, daß wir an Stelle des Geotropismus den Autotropismus setzen, — —“ (8, S. 350). Auch das hier beschriebene Verhalten der Seitensprosse von *Pharbitis* habe ich am Klinostaten untersucht und dabei feststellen — und kinematographisch registrieren — können, daß auch diese Bewegungen am Klinostaten bei Rotation um die horizontale Achse ausgeführt werden. Ja sie kommen hier sogar in Gang, wenn man die Seitenknospen erst am Klinostaten zum Austreiben veranlaßt, eine Beobachtung, die alle Spekulationen über eine mögliche Nachwirkung irgendwelcher geotropischer Erregungen hinfällig macht. Die Überkrümmungstheorie ließe sich in unserem Fall also nur noch anwenden, wenn man sie auf den Autotropismus beziehen könnte. Nun haben wir an sich gegen diese Form der Überkrümmungstheorie nicht viel einzuwenden. Die Lehre von der Autonomie der Windebewegungen besagt nur, daß keine äußeren Reize erforderlich sind; eine Aufrechterhaltung

der Kreisbewegungen durch Autotropismus würde also in den Rahmen der Autonomietheorie bereits hineinfallen.

Wir können aber aus unseren Beobachtungen auch ableiten, daß ein Mitwirken des Autotropismus nicht für das Zustandekommen der Kreisbewegungen erforderlich ist. Abb. 1 ist eine genaue Nachzeichnung eines Kreisumganges, und zwar eines Kreisumganges, der sich gerade in dieser Form mehrmals wiederholt hat. Wir haben gerade diesen Umgang abgebildet, weil hier dauernd die gleiche Seite (die Unterseite) konkav bleibt, sie wird während der einzelnen Phasen des Umgangs bald stärker, bald schwächer konkav, aber das Haupterfordernis einer Autotropismus-Überkrümmungstheorie, das nacheinander erfolgende Konkavwerden aller Flanken, wird hier nicht verwirklicht. Plagiotrope Windesprosse zeigen gerade diese Form des Kreisens sehr häufig.

Da die hier geschilderte Bewegung auch im Dunkeln und bei Beleuchtung von oben oder von zwei Seiten in gleicher Weise vor sich geht, so können wir wohl folgern, daß sie durch Außenreize weder hervorgerufen, noch in Gang gehalten wird. Sie ist also autonom. Daß die Kreisbewegungen der Windepflanzen aus inneren Gründen erfolgen können, ist hiermit wohl einwandfrei nachgewiesen. Die Einwendung, daß diese Feststellung sich nur auf plagiotrope Sprosse beziehe und deshalb nicht für die orthotropen zu gelten brauche, wird wohl kaum gemacht werden; für die Gleichartigkeit des Vorganges in beiden Fällen spricht schon der allmähliche Übergang des plagiotropen in orthotropes Winden.

Wir können zudem einen zweiten Versuch anstellen und durch seitlich einfallendes Licht orthotrope Sprosse zum Kreisen um eine schräg zum Licht geneigte Achse veranlassen, Versuche, die ich mehrmals ebenfalls mit *Pharbitis*sprossen ausgeführt habe. Hier sieht die Kreisbewegung ebenso aus wie auf Abb. 1, nur daß es der Phototropismus ist und nicht der Plagiotropismus, der die Neigung der Achse hervorruft. Wollten wir hier Außenreize zur Erklärung heranziehen, so müßten wir den Lateralgeotropismus durch einen Lateralphototropismus ersetzen, und durch diesen die Bewegung am Tage, durch jenen bei Nacht leiten lassen! Das sind ja alles mehr oder weniger unmögliche Vorstellungen.

Daß es ein autonomes Kreisen gibt, hätte meines Erachtens des oben geschilderten Beweises gar nicht mehr bedurft; die schon genannten Klinostatenversuche sprechen ja eine ebenso deutliche Sprache! Bekanntlich war das früher stets beobachtete Aufhören der Windebewegungen am Klinostaten einer der Hauptbeweise

der Lateralgeotropismustheorie. Nachdem Bremekamp aber darauf aufmerksam gemacht hatte, daß am Klinostaten im allgemeinen die Wachstumstätigkeit der Windepflanzen stark beeinträchtigt wird, gelang es dem Verf., unter günstigen Bedingungen das Kreisen am Klinostaten sehr wohl zu beobachten. Diese Mitteilungen wurden schon ein Jahr nach ihrem Erscheinen durch Teodoresco — der sie nicht kannte — bestätigt und erweitert, und schließlich auch von Zimmermann mit gleichem Erfolg wiederholt. Ich habe solche Versuche nun auch in größerem Maßstabe mit *Pharbitis* fortgesetzt, und hier nur immer das Gleiche feststellen können: die Kreisbewegungen gehen in normaler Weise vor sich, nur etwas verlangsamt entsprechend den allgemein ungünstigeren Bedingungen am Klinostaten. Sie erfolgen in gleicher Weise, gleichgültig, ob die Sprosse senkrecht, schräg oder parallel zur Klinostatenachse angebracht sind, und sind auch unabhängig von der Rotationsgeschwindigkeit des Klinostaten, die in meinen Versuchen zwischen 1½ und 22 Minuten betrug. Wie man die Richtigkeit solcher Beobachtungen annehmen und zugleich an ihrer Beweiskraft für autonom erfolgende Kreisbewegung zweifeln kann (vgl. Jost u. von Ubisch und Zimmermann), ist mir nicht recht verständlich.

Nach Ulehla (15) und Jost u. von Ubisch (9) kommen die Nutationen von *Pharbitis*sprossen am Klinostaten völlig zum Stillstand. Neuerlich geotropisch gereizt zeigen sie dann deutliche lateralgeotropische Bewegungen. In meinen Versuchen trat ein solcher Stillstand nicht ein, die Kreisbewegungen gingen, wie dies auch von Zimmermann für dieselbe Pflanze angegeben wird, weiter. Ich kann daher zu den Angaben von Ulehla und Jost u. von Ubisch vorläufig keine Stellung nehmen. Es sei aber ausdrücklich wiederholt, daß durch unsere Beobachtungen nur gezeigt wird, daß die Kreisbewegungen ohne Einwirkung geotropischer oder autotropischer Reizungen vor sich gehen können. Daß es überhaupt keinen Lateralgeotropismus gibt, liegt uns ganz fern zu behaupten, ebenso, wie wir nicht in Abrede stellen dürfen, daß auch Überkrümmungen geotropischer oder autotropischer Natur gegebenenfalls eine Rolle spielen können. Nur das Vorhandensein autonomer Kreisbewegungen ist durch unsere Beobachtungen wohl außer Frage gestellt.

Zum Schluß sei noch darauf hingewiesen, daß die hier geschilderten Beobachtungen jederzeit leicht wiederholt werden können. Namentlich zur Beobachtung der Kreisbewegungen plagiotroper *Pharbitis*sprosse ist nichts weiter erforderlich als einige gesunde



*Pharbitis*pflanzen, deren Seitenknospen sich immer leicht zum Austreiben bringen lassen. Bohnen sind weniger geeignet, weil ihre Sprosse meist im plagiotropen Zustand noch nicht zirkumnutieren.

Die Filme, die mit einem von der Notgemeinschaft zur Verfügung gestellten kinematographischen Aufnahmeapparat hergestellt wurden — der Dank für diese Unterstützung sei auch hier wiederholt! — stehen auf Wunsch jederzeit zur Verfügung.

Zusammenfassung.

Es werden die Kreisbewegungen plagiotroper Seitensprosse von *Pharbitis hispida* geschildert. Diese Kreisbewegungen können nur aus inneren (autonomen) Ursachen entspringen. Dasselbe gilt für die weiterhin mitgeteilten Beobachtungen an Windesprossen, die durch Seitenlicht schräg gerichtet werden und für die Kreisbewegungen am Klinostaten.

Literatur.

1. Bremekamp, C. B. E. Zur Mechanik des Windens. Rec. trav. bot. néerland. 1912. **9.**
2. Gradmann, H. Die Bewegungen der Windepflanzen. Zeitschr. f. Bot. 1921. **13.**
3. —, —. Die Überkrümmungsbewegungen der Ranken. Jahrb. f. wiss. Bot. 1921. **60.**
4. —, —. Die Fünfphasenbewegungen der Ranken. Ebenda. 1922. **61.**
5. —, —. Über die Gleichartigkeit der Bewegungen von Keimlingen und Ranken. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1926. **44.**
6. —, —. Passive Torsionen bei Keimlingen, Ranken und Windepflanzen. Jahrb. f. wiss. Bot. 1927. **66.**
7. —, —. Die Überkrümmungsbewegungen etiolierter Keimpflanzen. Ebenda. 1927. **66.**
8. —, —. Die Kreisbewegungen der Ranken- und Windepflanzen. Naturwissenschaften. 1927. **15.**
9. Jost, L. und Ubisch, G. v. Zur Windefrage. Sitzungsber. Heidelb. Akad. d. Wiss. 1926.
10. Linsbauer, K. Zur Analyse der Rankenbewegungen. Arch. f. wiss. Bot. 1925. **1.**
11. Nienburg, W. Die Nutationsbewegungen junger Windepflanzen. Flora. 1911. **117.**
12. Rawitscher, F. Beiträge zum Windeproblem. Zeitschr. f. Bot. 1924. **16.**
13. —, —. Über das Windeproblem. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1926. **44.**
14. Teodoresco, E. C. Observations sur la nutation révolutive des tiges volubiles et ses rapports avec les mouvements d'enroulement. Ann. sc. nat. Bot. 10. sér. tome 7. 1925.
15. Ulehla, V. Studien zur Lösung des Windeproblems. Botaniska Notiser. 1920.
16. Zimmermann, W. Die Georeaktionen der Pflanze. Ergebnisse der Biologie. 1927. **2.**

---

72. Artur Håkansson: Der sechzehnkernige Embryosack von Azorella trifurcata (Gaertn.) Hook.

(Mit 17 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 19. Dezember 1927. Vorgetragen in der Dezembersitzung.)

In meiner Abhandlung „Studien über die Entwicklungsgeschichte der Umbelliferen“ habe ich die Embryosackentwicklung einer ziemlich großen Anzahl Umbellaten beschrieben. Ein normaler, achtkerniger Embryosack wurde bei Repräsentanten von 55 Gattungen gefunden; bei *Drusa oppositifolia* war der Embryosack aber sechzehnkernig oder seltener, wohl infolge ausgebliebener Zellteilungen, zwölfkernig. Vier Kerne lagen hier im mikropylaren, zwölf im chalazalen Ende des Embryosacks, der schließlich eine Eizelle, zwei Synergiden, zwei Polkerne und elf Antipoden enthielt. Die Entwicklung war wie bei anderen Formen mit sechzehnkernigen Embryosäcken verlaufen. Die Embryosackmutterzelle wurde also bei der Reduktionsteilung nicht in vier Makrosporen aufgeteilt, von denen nur eine keimte, sondern sie verblieb ungeteilt, alle vier Kerne teilten sich weiter, und schon nach zwei Kernteilungen war der Embryosack fertig. Bei den anderen Umbelliferen folgte dagegen die Embryosackentwicklung dem Normal-Typus[1]) und nur bei einer der untersuchten *Bupleurum*-Arten dem sog. *Scilla*-Typus. Variationen in bezug auf Größe des Nuzellus, Zahl der Embryosackmutterzellen, Art und Weise der Zerstörung des Nuzellus vom wachsenden Embryosack, Zahl der Antipoden usw. sind dagegen innerhalb der Familie vorhanden.

Drusa oppositifolia war die einzige Art der Tribus Mulineae der Unterfamilie Hydrocotyloideae, die ich untersuchen konnte. Ich hatte auch Blütenknospen aus Herbarmaterial von *Bowlesia incana* in Paraffin eingebettet und geschnitten, konnte aber den Inhalt des Embryosacks nicht studieren. Es blieb indessen der

1) BEGHTEL hat den Embryosack von *Pastinaca sativa* untersucht, ohne meine Abhandlung zu berücksichtigen (BEGHTEL 1925). Er behauptet, daß er sich aus der obersten Makrospore einer Tetrade bildet. Nach meiner Untersuchung entsteht er aber stets aus der untersten (HÅKANSSON 1923 Fig. 16 g und h). Die von BEGHTEL als Beweis für seine Deutung mitgeteilte Figur macht aber gerade solchen Entwicklungsgang auch in seinem Material nicht unwahrscheinlich.

Verdacht bestehen, daß er sechzehn Kerne hatte, denn ich fand, daß Nuzellus, Embryosackmutterzellen und Form des Embryosacks mit denen bei *Drusa* übereinstimmten (l. c. S. 85). Mulineae bewohnt Südamerika, besonders die andinen Teile, die Antarktis, wo die Gattung *Azorella* Charakterpflanzen aufweist, und hat Vorposten in Neuseeland, Südaustralien, Südafrika (eine Art), den Kanaren (*Drusa oppositifolia*), Mexiko und Kalifornien. Sie hat also ein einheitliches, wenn auch großes Verbreitungsgebiet. Ich beschloß bei günstiger Gelegenheit auch andere Repräsentanten der Tribus zu untersuchen, um festzustellen, ob der Embryosack auch bei anderen Gattungen sechzehnkernig ist. Ich habe *Bowlesia tenera* Spr. und *Azorella trifurcata* (Gaertn.) Hook. untersucht, die im hiesigen Botanischen Garten gezüchtet wurden. Die erstgenannte erwies sich als identisch mit der früher untersuchten *Bowlesia incana*, so daß ich nur eine Art dieser Gattung untersucht habe. Von dieser Art habe ich nur gewisse Stadien der Embryosackentwicklung gesehen, weil die Samenanlagen im fixierten Material größtenteils degeneriert waren. Doch fand ich einen ähnlichen Embryosack wie bei *Drusa oppositifolia*. Bei *Azorella trifurcata* konnte ich die Entwicklung besser verfolgen. Der Embryosack war auch hier sechzehnkernig, aber von einem ganz anderen Typus. *Azorella* ist auch nicht mit *Bowlesia* und *Drusa* unmittelbar verwandt. Sie wird zu einer anderen Subtribus, Azorellinae, gestellt als die zu Bowlesinae gehörigen *Bowlesia* und *Drusa* (DRUDE 1898).

Als Fixierflüssigkeit wurden CARNOYS Alkohol-Eisessig oder die Lösung von ZENKER verwendet. Das Material wurde in Paraffin eingebettet, in 10 μ dicke Schnitte zerlegt und mit Hämatoxylin nach HEIDENHEIN gefärbt, wobei meistens mit Lichtgrün nachgefärbt wurde.

Zuerst will ich die Embryosackentwicklung bei der untersuchten *Azorella* schildern, um dann die Befunde bei *Bowlesia* zu erwähnen. Wie bei den anderen Umbelliferen — außer *Hydrocotyle* (siehe auch PETERSEN 1911) — werden bei *Azorella* in jedem Fruchtknotenfach zwei Samenanlagen angelegt, von denen sich aber nur die eine weiterentwickelt. Die abortierenden Samenanlagen, deren Ausbildung in der Familie verschieden ist, bleiben hier sehr klein. In den normalen Samenanlagen gibt es immer mehrere Archesporzellen (Abb. 1); ohne Schichtzellen abzugeben wachsen die Archesporzellen zu Embryosackmutterzellen aus. Die letzteren sind sehr groß und füllen den großen Nuzellus aus (Abb. 2). Ihre Anzahl ist zwei oder drei. Der Kern macht in zwei der Embryosackmutterzellen eine Reduktionsteilung durch, während

die eventuell vorhandene dritte Zelle in der Regel verdrängt wird (Abb. 5). Nach den Teilungen gibt es vier Kerne in der Embryosackmutterzelle, die immer tetraedrisch angeordnet sind (in den Abbildungen sind die Kerne so gezeichnet, als ob sie kreuzweise in derselben Ebene liegen würden). Die Teilungen erfolgten in den beiden Embryosackmutterzellen nicht gleichzeitig. In dem in Abb. 5 abgebildeten, etwas schiefgeschnittenen Nuzellus befindet

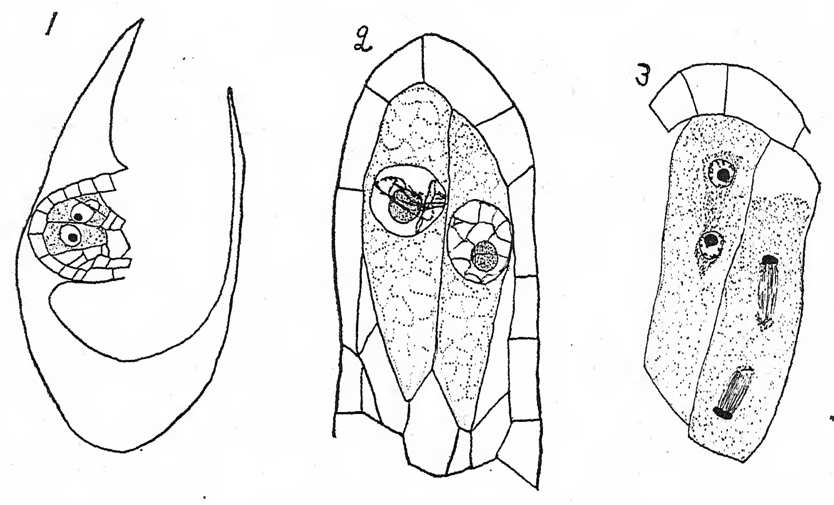


Abb. 1—3. *Azorella trifurcata.*

Abb. 1. Junge Samenanlage mit Archespor im Fruchtknotenfach. Vergr. 270×.
Abb. 2. Nuzellus mit zwei Embryosackmutterzellen. Vergr. 800×.
Abb. 3. Interkinese und homotypische Teilungen. Vergr. 800×.

sich ein Kern in heterotypischer Metaphase, während in den anderen die Reduktionsteilungen abgeschlossen sind. Spindelfasern sind noch zwischen den Tetradenkernen zu sehen. Abb. 3 zeigt homotypische Teilungen in der einen Embryosackmutterzelle, frühe Interkinese in der anderen. Nach einiger Zeit treten Vakuolen im Zytoplasma der Embryosackmutterzellen auf. Sie bilden sich zwischen den Tetradenkernen, vergrößern sich und treiben dabei die Kerne auseinander, wobei in jeder der beiden Zellen die vier Kerne sich tetrapolar ordnen, nämlich so, daß ein Kern an dem mikropylaren, einer an dem chalazalen Ende, und je einer an zwei Seitenwänden liegt (Abb. 4). Die Kerne sind meist tetraedrisch, seltener kreuzweise geordnet.

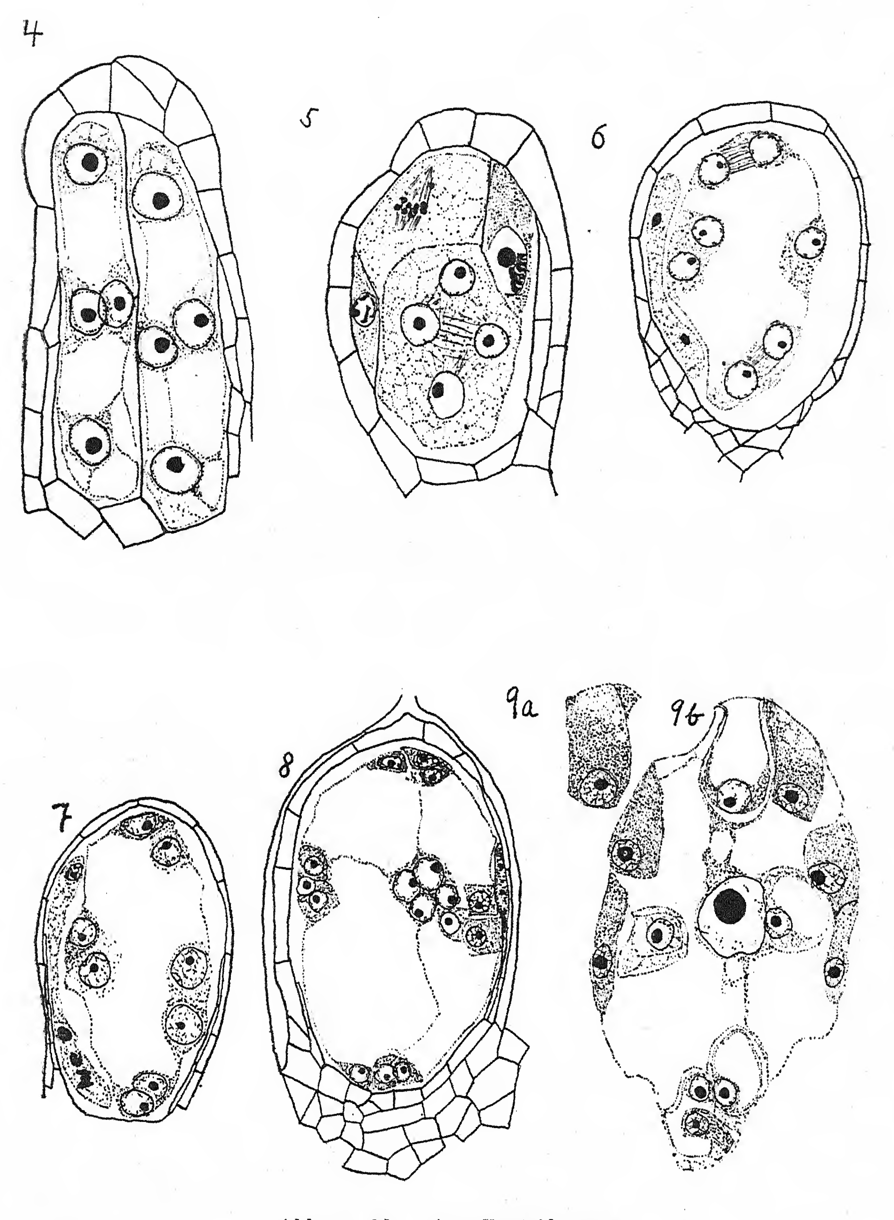


Abb. 4 - 9 b. *Azorella trifurcata.*

Abb. 4. Zwei vierkernige Embryosäcke im Nuzellus. Vergr. 800 ×. Abb 5. In einer Embryosackmutterzelle heterotypische Metaphase, in einer anderen sind die Reduktionsteilungen abgeschlossen. Vergr. 800 ×. Abb. 6. Ein achtkerniger und ein degenerierter Embryosack im Nuzellus. Vergr. 500 ×. Abb. 7. Desgl. Abb. 8. Sechzehnkerniger Embryosack im Nuzellus. Vergr. 500 ×. Abb. 9a und 9b. Fertiger Embryosack. Vergr. 500 ×.

Von den beiden vierkernigen Embryosäcken im Nuzellus entwickelt sich nur einer weiter. Dieser wird stark vergrößert, und seine Kerne teilen sich, so daß ein achtkerniger Embryosack mit tetrapolar geordneten Kernpaaren im Nuzellus zustandekommt. In dem in Abb. 6 abgebildeten Embryosack hatten die Teilungen soeben stattgefunden, da im Zytoplasma zwischen den Kernen noch Strahlungen zu sehen sind (einer der Kerne konnte infolge Wegfallen eines Schnittes im Präparat nicht gefunden werden). Der andere Embryosack ist schon degeneriert. Abb. 7 zeigt auch einen achtkernigen und einen degenerierten Embryosack im Nuzellus. Das folgende Stadium mit sechzehn freien Kernen in vier Gruppen geordnet konnte ich nicht finden. Dagegen habe ich zahlreiche fertigorganisierte, sechzehnkernige Embryosäcke gesehen. Abb. 8 zeigt den noch jungen Embryosack. Er hat vier tetrapolar geordnete Zellengruppen, je aus drei Zellen bestehend, die wie junge Eiapparate aussehen. In der Mitte des Embryosacks liegen vier Polkerne in Kontakt. Die letzteren müssen von den polaren Zellengruppen herstammen. In jeder Kerngruppe wurden drei Kerne als Zellen abgesondert, während der vierte frei blieb und nach der Mitte des Embryosacks gelangte. Der Embryosack von *Azorella trifurcata* hat also dieselbe Organisation wie der Embryosack der untersuchten Penaeaceen, Malpighiaceen und *Euphorbia procera* und *palustris* (Zusammenfassung bei CHIARUGI 1927).

Der Embryosack liegt noch innerhalb des Nuzellus. Bei anderen Umbelliferen — doch nicht bei *Drusa* und *Bowlesia* — wird der Nuzellus schon von dem zwei- oder vierkernigen Embryosack verdrängt.

Ich hatte eine ziemlich große Menge Blüten und junge Früchte fixiert, um die Befruchtung und die weitere Entwicklung studieren zu können. Es zeigte sich aber, daß keine Befruchtung erfolgte. Die Pollenkörner schienen größtenteils abgestorben zu sein. Allerdings konnte ich zahlreiche ältere Embryosäcke studieren. Einen typischen Embryosack zeigt Abb. 9a und b. Die Nuzellusepidermis ist jetzt, bis auf unbedeutende Reste neben dem mikropylaren Eiapparat, verdrängt. Die vier Polkerne sind im abgebildeten Embryosack zu einem großen primären Endospermkern verschmolzen. Oft liegen aber ein großer und ein kleiner Kern nebeneinander, weil nur drei Kerne sich vereint haben, oder es sind zwei große Kerne durch paarweises Verschmelzen der Polkerne gebildet worden. Die Zellen in den vier Zellengruppen sind nackt, nicht von Zellwänden umgeben. In jeder Gruppe wird meistens eine Zelle als eine mehr oder weniger typische Eizelle ausgebildet, d. h. sie

bekommt eine große Vakuole, und der Kern liegt in einer Plasmaanhäufung in dem gegen das Zentrum des Embryosacks gerichteten Ende der Zelle. Wir haben also in den meisten Embryosäcken vier Eizellen (Abb. 9b), bisweilen aber weniger. Die seitlichen Eizellen sind nicht an der Wand des Embryosacks befestigt, sondern grenzen an ihre „Synergiden". Darauf beruht es vielleicht, daß sie nicht gestreckt, sondern ziemlich kugelrund sind. Die beiden anderen Zellen in jeder Zellengruppe sind als Synergiden aufzufassen. Nie nahmen sie aber die bei den Umbelliferen vorkommende typische Synergidenform an. Die Synergiden der seitlichen Zellengruppen sind sehr abgeplattet, haben aber oft tangential eine große Ausdehnung und sind immer voll von Zytoplasma. Die Synergiden der mikropylaren Zellengruppe sind bisweilen klein und isodiametrisch, meistens aber gestreckt und mit dem Kern im freien Ende der Zelle (Abb. 9a und b). Ihnen fehlt auch eine Vakuole oder, seltener, haben sie eine kleine solche, dann aber an ihrem basalen Ende. Denselben Synergidenformen wie in der mikropylaren begegnen wir auch in der chalazalen Zellengruppe. Die Form variiert hier am stärksten. Die Zellen sind oft klein; in der Abbildung hat eine Synergide dieselbe Form wie die seitlichen Eizellen, doch hat sie das Vakuolenende nach der Mitte des Embryosacks gerichtet.

Trotz der nicht-typischen Ausbildung der Synergidenzellen muß man die vier Zellengruppen doch als vier Eiapparate bezeichnen, denn in jeder entwickelt sich ja eine Zelle zur Eizelle. In Embryosäcken von diesem Typus sind aber die Eiapparate sehr oft nicht typisch ausgebildet; man nennt sie daher gern Zelltriaden. MODILEWSKI bezeichnet die chalazale Gruppe bei *Euphorbia palustris* als Antipoden (MODILEWSKI 1910). Bei *Azorella* kann sie nicht so bezeichnet werden. Hier war ihre Eizelle ein paarmal die einzige in dem Embryosack vorhandene (Abb. 13).

Anormale Embryosäcke waren bei *Azorella trifurcata* nicht selten. Abb. 11 zeigt einen Embryosack, in dem eine der seitlichen Zellengruppen ausnahmsweise am chalazalen Ende zu finden ist, in der mikropylaren Gruppe fehlt die eine Synergide und die einzige vorhandene liegt ein Stück von der Eizelle entfernt. Der Kern der fehlenden Synergide liegt neben dem Endospermkern. Oft waren die Embryosäcke aber völlig abnorm, so in den ältesten untersuchten Früchten. Von den Zellen in den Zellengruppen war meist nur die mikropylare Eizelle vorhanden (Abb. 10), seltener die chalazale Eizelle (Abb. 13), während im Embryosack eine Anzahl großer Kerne nebeneinander lagen. Nur bisweilen wurden

Reste einzelner der anderen Zellen angetroffen, in der Regel waren sie völlig verschwunden. Oft war dies mit allen Zellen der Fall, so daß der Embryosack nur die Kernansammlung enthielt (Abb. 12). Die meisten Kerne sind so groß, als ob sie je durch Verschmelzung zweier normaler Embryosackkerne gebildet wären; ein einzelner Kern von der Größe eines Synergidenkernes kam bisweilen vor. Zusammen waren dann acht oder neun Kerne vorhanden, wenn in den Zellengruppen keine Zelle persistierte. Oft waren aber weniger Kerne vorhanden; dann hatte einer bedeutendere Größe und war wohl durch Verschmelzen mehrerer entstanden (Abb. 10 und 13). Das Zytoplasma des Embryosackes ist um die Kerne angesammelt.

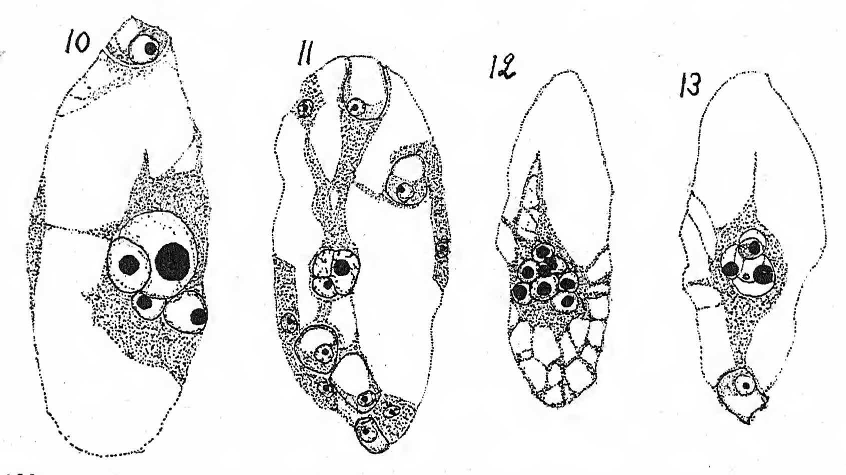


Abb. 10—13. Abnorme Embryosäcke von *Azorella trifurcata.* Abb. 10 Vergr. 500×, die anderen Vergr. 315×.

Ich vermute, daß in diesen abnormen Embryosäcken die Zellengruppen in gewöhnlicher Weise gebildet wurden, daß aber später die Zellen ihre Membranen verlieren und ihr Zytoplasma und die Kerne zusammenfließen. Für diese Deutung spricht, daß sie, wie erwähnt, in älteren Stadien anzutreffen sind, und daß ich bisweilen eine Verschmelzung benachbarter Synergiden beobachtet habe (Abb. 11). Auch wird in der Regel die Abgrenzung der Synergiden in älteren Embryosäcken undeutlich, und das Zytoplasma nimmt an Menge zu. Acht freie Kerne — eine Anzahl, die mehrmals beobachtet wurde — kann man erwarten, wenn zwei primäre Endospermkerne vorhanden und die anderen Kerne paarweise verschmolzen sind. Man könnte aber auch glauben, daß diese Embryo-

säcke schon von Anfang an abnorm waren, indem nur einzelne Kerne als Zellen abgeschieden wurden, die anderen dagegen frei blieben und verschmolzen. Die oben angeführten Beobachtungen sprechen aber dagegen.

Eine weitergehende Verschmelzung, als Abb. 10 zeigt, habe ich nicht beobachtet, auch weiß ich nicht, wie viele Kerne bei der Befruchtung den Endospermkern bilden, normal wahrscheinlich nur vier. Bei *Peperomia hispidula* bildet sich wie bei den anderen Peperomien eine Eizelle und eine Synergide, die anderen Kerne

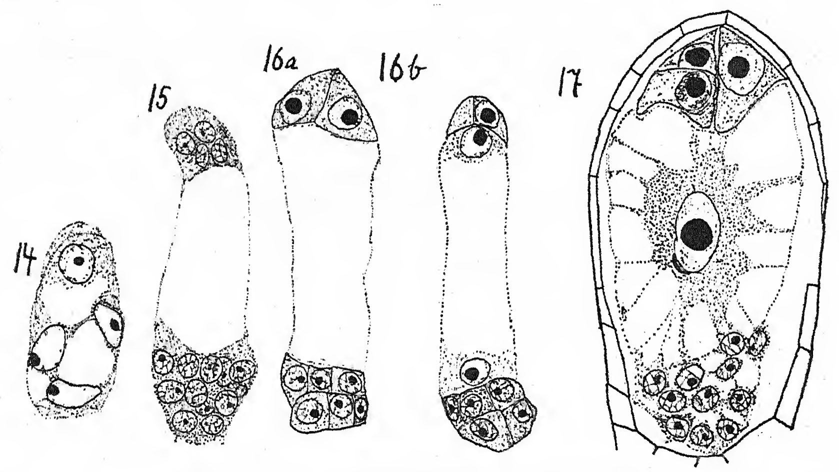


Abb. 14—17. *Bowlesia tenera*. Vergr. 500×.
Abb. 14. Vierkerniger Embryosack. Abb. 15. Sechzehnkerniger Embryosack. Abb. 16a und b. Desgl., aber nach der Zellenbildung. Abb. 17. Fertiger Embryosack im Nuzellus.

bilden aber nicht wie bei den letzteren sechs „Antipoden" und einen aus acht Polkernen gebildeten primären Endospermkern, sondern alle vierzehn verschmelzen zu einem großen Endospermkern (JOHNSON 1914). Bei *Azorella trifurcata* sind aber die beschriebenen Kernverschmelzungen vermutlich nur eine vielleicht zufällige Anomalie.

Bei *Bowlesia tenera* erfolgte die Embryosackentwicklung im großen und ganzen wie bei *Drusa oppositifolia*. Der Nuzellus ist groß, hat mehrere große Embryosackmutterzellen — meistens sechs oder sieben —, und die Reduktionsteilung geschieht in mehreren der Zellen. Keine Wände werden gebildet, und nur eine Zelle, die schon von Anfang an größer ist und eine seitliche Lage hat,

entwickelt sich weiter. Vakuolen treten im Zytoplasma zwischen den Tetradenkernen auf, und schon früh nähert sich offenbar die zweitoberste den chalazalen Kernen (Abb. 14). Die Kerne teilen sich alle gleichzeitig weiter, und schließlich finden wir vier Kerne im mikropylaren und zwölf im chalazalen Ende des Embryosacks (Abb. 15). Der fertige Embryosack liegt noch innerhalb des Nuzellus und hat eine Eizelle, zwei Synergiden, zwei freie Polkerne und elf einkernige Antipoden (Abb. 16a und b). Die beiden Polkerne schmelzen später zu einem großen primären Endospermkern zusammen (Abb. 17). Die Endospermentwicklung, die ich bei den beiden anderen untersuchten Mulineen nicht beobachtet habe, verläuft nach dem sog. nuklearen Typus.

Wie einleitend erwähnt wurde, sind die Samenanlagen oft degeneriert, dabei begann die Degeneration in den Embryosäcken. Eine häufige pathologische Erscheinung war die Atrophiierung des Chalazaendes des Embryosacks. Der Größenunterschied zwischen den Antipodenkernen und den Kernen des Eiapparates, der in Abb. 16 und 17 hervortritt, ist vielleicht normal nicht vorhanden. In dem in Abb. 17 abgebildeten Embryosack treten die Antipoden als plasmaumgrenzte Kerne und nicht als Zellen auf. Hier liegt neben dem Endospermkern ein spermakernähnlicher Körper. Doch zögere ich, ihn als Spermakern zu deuten, weil ich keine Spur eines Pollenschlauches finden konnte.

In drei Gattungen der Mulineae habe ich also sechzehnkernige Embryosäcke gefunden, und ich vermute deshalb, daß dieser Embryosacktypus für die Tribus kennzeichnend ist. Von allen anderen Umbelliferen unterscheiden die Mulineen sich auch dadurch, daß die Embryosackmutterzellen — immer in Mehrzahl vorhanden — sehr groß sind, und daß der Nuzellus sehr spät verdrängt wird, so daß der fertige Embryosack noch innerhalb desselben liegt. In bezug auf die Ausbildung des Funiculus besteht ein Unterschied gegenüber der anderen Tribus der Unterfamilie, nämlich Hydrocotyleae. Der Funiculus ist bei der letzteren sehr kurz und seine bei der Mikropyle liegenden Epidermiszellen sind als Härchen ausgebildet, während sie bei den Mulineen nur als Papillen ausgebildet sind. Gemeinsam mit den anderen Hydrocotyloideen (und Saniculoideen) ist das Fehlen einer chromophilen chalazalen Zellengruppe, die in Apioideae vorhanden ist (siehe HÅKANSSON 1923 S. 89).

Ausschließlich sechzehnkernige Embryosäcke sind früher in folgenden Formenreihen gefunden worden (siehe CHIARUGI 1927):

in den Familien Penaeaceae und Malpighiaceae (in der letzteren Familie sind nur zwei Gattungen untersucht), in den Gattungen *Gunnera* und *Peperomia*. In *Euphorbia* und einigen Compositen-Gattungen kommen dagegen sowohl Arten mit sechzehn- wie solche mit achtkernigen Embryosäcken vor. In bezug auf die Organisation des fertigen Embryosacks herrschen Verschiedenheiten. Er ist tetrapolar bei Penaeaceae, Malpighiaceae, *Azorella* und *Euphorbia*. Bei den anderen sind zwar die Makrosporenkerne oft tetrapolar angeordnet — doch nicht bei den Compositen, wo sie in einer Reihe liegen; bei *Drusa* und *Bowlesia* habe ich zu wenig gutes Material untersucht, um über die normale Orientierung sicher zu sein, sie lagen bei *Bowlesia* zickzack —, der fertige Embryosack hatte aber eine mikropylare und eine chalazale Kerngruppe (siehe über *Gunnera* SAMUELS 1912). Unterschiede waren hier vorhanden in bezug auf die Zahl der Kerne, die sich als Antipoden entwickelten oder frei blieben und später den Endospermkern bildeten. Die beiden Bowlesinen bildeten dabei wie die Compositen mit sechzehnkernigen Embryosäcken elf Antipoden und zwei Polkerne. Die Peperomien waren insofern abweichend, als hier eine Eizelle und nur eine Synergide vorhanden waren, die anderen Kerne sich aber nicht am Chalazaende sammelten, sondern mehr zerstreut lagen, wobei bei einigen Arten Andeutung einer Tetrapolarität vorhanden war, die sich in der Abscheidung von sechs von den Kernen als Zellen an den Wänden äußert.

Nur bei Mulineae hat man im gleichen Formenkreis zwei ganz verschiedene, sechzehnkernige Embryosacktypen gefunden, allerdings auf zwei Subtriben verteilt, zwischen denen ziemlich große Verschiedenheiten vorhanden sind. Es erscheint nicht ausgeschlossen, daß man hier noch andere Typen finden wird, so z. B. in der dritten Subtribus Asteriscinae. Man wird vielleicht Beobachtungen machen können, die zur Klärung der Phylogenie der verschiedenen Typen beitragen werden.

Lund, Botanisches Institut.

Zitierte Literatur.

BEGHTEL, F. E., 1925. The embryogeny of *Pastinaca sativa*. Amer. Jour. of Bot. 12.

CHIARUGI, A., 1927. Il gametofito femmineo delle angiospermae. Nuove Gior. Bot. Ital. 34.

DRUDE, O., 1898. Umbelliferae in ENGLER-PRANTL: Die natürlichen Pflanzenfamilien, III, 8.

HÅKANSSON, A., 1923. Studien über die Entwicklungsgeschichte der Umbelliferen. Lunds Univers. Årsskrift, N. F., Avd. 2, Bd. 18, Nr. 7.

JOHNSON, D. S., 1914. Studies of the development of the Piperaceae. II. The structure and seed development of *Peperomia hispidula*. Amer. Jour. of Bot. 1.

MODILEWSKY, J., 1910. Weitere Beiträge zur Embryobildung einiger Euphorbiaceen. Ber. d. Deutsch. Bot. Gesellschaft 28.

PETERSEN, H. E., 1911. Om Mangelen af de for Umbellifererne ejendommelige övre aborterede Aeg hos Hydrocotyle L. Biologiske Arbeider tillaegnade EUG. WARMING, København.

SAMUELS, J. A., 1912. Études sur le développement du sac embryonaire et sur la fécondation du *Gunnera macrophylla* Bl. Archiv f. Zellforschung, 8.

---

73. K. Fritsch: Die Bestäubungsverhältnisse von Stellaria bulbosa Wulf.

(Eingegangen am 24. Dezember 1927. Vorgetragen in der Dezembersitzung.)

In der ersten Auflage von KERNERs „Pflanzenleben“ berichtet dieser Forscher, daß er in der Umgebung von Laibach wiederholt nach Früchten der *Stellaria bulbosa* Wulf. gesucht, aber keine gefunden habe. Er fand ihre Blüten „von Insekten nur sehr spärlich besucht“ und meint, daß „die wenigen Fliegen, welche sich einstellen“, „unberufene Gäste“ wären, „welche keine Belegung der Narben veranlassen“. Aus seinen Beobachtungen schloß er, daß diese Pflanze sich nur durch ihre Knöllchen vermehrt. Am Schlusse seiner Darlegungen spricht er die Vermutung aus, daß „jene Insekten, welche als Besucher der seltsamen *Stellaria bulbosa* des krainischen Karstgebietes seinerzeit eine wichtige Rolle spielten, nach Osten ausgewandert oder vielleicht ganz ausgestorben“ seien.

In der zweiten Auflage des Werkes ist der ganze Absatz, welcher von *Stellaria bulbosa* handelt, gestrichen, während die vorhergehenden Beispiele für „Ersatz der Früchte durch Ableger“ unverändert stehen geblieben sind. Man kann daraus wohl den Schluß ziehen, daß KERNER seine Ansicht über diese Pflanze später geändert hat. Vielleicht hat also KERNER die Erwägungen, die weiter unten folgen, selbst schon angestellt; leider hat er sie nicht veröffentlicht.

Ich hatte am 12. Mai 1907, zwischen 11 und 12 Uhr, bei Stainz in Steiermark Gelegenheit, *Stellaria bulbosa* an ihrem natürlichen Standorte blühend zu beobachten. Ich konnte zunächst feststellen, daß die Blüten dieser Pflanze von zahlreichen Insekten, namentlich Dipteren, besucht werden. Ferner fand ich — im Gegensatze zu KERNER — die Früchte überall gut entwickelt. Selbstverständlich benutzte ich die Gelegenheit, mir auch den Blütenbau vom blütenbiologischen Standpunkte aus näher anzusehen. Die Ergebnisse dieser vor 20 Jahren gemachten Untersuchungen möchte ich nunmehr mitteilen.

Zunächst sei die Liste der von mir damals auf den Blüten der *Stellaria bulbosa* beobachteten Insekten verzeichnet. Es waren zwei Arten von Apiden, nämlich *Apis mellifera* L. ☿ und ein

Andrena-♂, zwei Arten von *Meligethes*[1]) (*M. egenus* Er. und *M. viduatus* Sturm) und zahlreiche Dipteren, von welchen ich die folgenden nach SCHINER (Fauna austriaca, Die Fliegen) bestimmen konnte: *Empis opaca* F. ♀, *Empis punctata* F. ♀ (3 Stück), *Empis rustica* Fall. ♀, *Empis tessellata* F., *Empis vitripennis* Meig. ♂♀, *Cheilosia pulchripes* Löw ♂♀, *Syrphus cinctellus* Zett. ♀, *Penthetria holosericea* Meig. ♂ (3 Stück). Unter den nicht bestimmten Arten waren einige Musciden (im weiteren Sinne).

Die Untersuchung des Blütenbaues am genannten Standort ergab zunächst, daß neben den normalen fünfzähligen Blüten auch vierzählige nicht selten sind. Die Zahl der Griffel beträgt keineswegs immer drei; sehr häufig fand ich auch bei fünfzähligen Blüten nur zwei Griffel, in einem Falle nur einen! (WULFEN beobachtete 2—4 Griffel).

Auffallend war mir die Proterogynie der Pflanze, da doch die Caryophyllaceen sonst weit mehr Neigung zur Proterandrie zeigen. Aus den Blütenknospen ragen schon die Griffel heraus, welche später sämtliche Antheren erheblich überragen. Schon H. MÜLLER (1, S. 185) sagt, daß die meisten Alsineen „proterandrisch in sehr verschiedenen Graden" seien, so z. B. *Stellaria graminea* L. (S. 181) und *Stellaria holostea* L. (S. 182), während er für *Moehringia trinervia* (L.) Clairv. (S. 180) Proterogynie angibt. Speziell in der Gattung *Stellaria* finde ich bei KNUTH Proterogynie nur für *Stellaria longifolia* Mühlenb. (*S. Frieseana* Sér.) und für *Stellaria humifusa* Rottb. angegeben, bei beiden aber neben Proterandrie. Ob *Stellaria bulbosa* immer und überall proterogyn ist, muß erst festgestellt werden. An Herbarexemplaren ist diese Frage nicht mit Sicherheit zu entscheiden.

Am Grunde der episepalen Staubblätter besitzt *Stellaria bulbosa* fünf Honigdrüsen, welche jedes der Filamente in Form eines Ringes umgeben. Ganz ebenso verhalten sich die meisten Arten der Alsinoideen, wie seit langer Zeit bekannt ist. Schon SPRENGEL (Tafel XV, Fig. 5) bildete sie für „*Cerastium aquaticum*", d. h. *Stellaria aquatica* (L.) Scop. an der richtigen Stelle ab, während ihre Lage in der Blüte aus der Abbildung von *Stellaria graminea* L. bei H. MÜLLER (1, Fig. 60 auf S. 181) nicht ganz klar ersichtlich ist. Viel klarer sind die Abbildungen in den „Alpenblumen" von H. MÜLLER (2, S. 183 ff.).

Die episepalen Staubblätter entwickeln sich zuerst; ihre Filamente divergieren zunächst stark und haben in diesem Stadium

1) Die *Meligethes*-Arten bestimmte mir gütigst Prof. K. PENECKE.

noch geschlossene Antheren von dunkelpurpurner Farbe (Kontrastfarbe gegenüber den weißen Petalen!). Später schlagen sie sich nach innen und öffnen ihre Antheren, welche nun direkt schwarz erscheinen. (Dieser Farbenwechsel der Antheren wurde schon von WULFEN beobachtet.) Später führen die epipetalen Staubblätter dieselbe Bewegung aus. Auch in dieser Beziehung verhalten sich die anderen Alsinoideen ebenso, wie man aus den Darstellungen von H. MÜLLER (1 und 2), KIRCHNER (S. 133) und GÜNTHART (S. 1069) entnehmen kann.

Nicht nur der Blütenbau stimmt mit dem anderer Alsinoideen überein, sondern auch der Besucherkreis ist derselbe. Nach H. MÜLLER (1, S. 190) werden „die Blüten der Alsineen außer einigen Käfern und anderen kurzrüssligen Insekten vorzüglich von Fliegen besucht" und auch von Apiden ausgebeutet. Die von mir oben mitgeteilte Besucherliste stimmt genau zu diesen Angaben. Sind die *Meligethes*-Arten nur als „Honigdiebe" zu werten, so sind die größeren Arten der Dipteren gewiß keine „unberufenen Gäste", wie KERNER seinerzeit meinte, sondern die normalen Bestäuber. Da die Narben höher oben stehen als die Antheren, dürften sie in der Regel zuerst von den heranfliegenden Insekten berührt werden — eine außerordentlich häufige Einrichtung zur Sicherung der Fremdbestäubung. Die Insekten, welche die Bestäubung der *Stellaria bulbosa* besorgen, sind also weder ausgewandert noch ausgestorben[1]); diese Hypothese KERNERs käme meines Erachtens nur dann in Betracht, wenn es sich um hoch differenzierte, ganz bestimmten Insektentypen angepaßte Blüten handeln würde.

Gleichwohl ist es keineswegs ausgeschlossen, daß die Fruchtbarkeit von *Stellaria bulbosa* eine geschwächte[2]) und die gewöhnliche Art der Vermehrung dieser Pflanze eine vegetative ist. Schon DESCHMANN berichtet, daß ihre Knöllchen „von den Gewässern häufig abgeschwemmt und in dem abgelagerten Schlamme an Waldrändern abgesetzt werden". Dasselbe erwähnt auch PAULIN. Der Fall, daß solche Pflanzenarten, welche sich durch Knöllchen, Brutknospen und dgl. vermehren, relativ selten keimfähige Samen liefern, ist ja bekanntlich nichts außergewöhnliches; man denke an *Ranunculus ficaria* L., *Cardamine bulbifera* (L.) Cr. u. a.

---

1) Selbstverständlich können einzelne Insektentypen verschwunden sein, welche sich früher einmal an der Bestäubung von *Stellaria bulbosa* beteiligt haben.

2) WULFEN fand nur 2—4 Samen in der Frucht, die übrigen waren abortiert!

KERNER hat bei Laibach keine Früchte von *Stellaria bulbosa* finden können. Daß die Pflanze aber auch bei Laibach Früchte ausbilden kann, beweist ein Herbarexemplar von der Leopoldsruhe, welches Baron RASTERN 1875 sammelte; dieses im Herbarium des Institutes für systematische Botanik der Universität Graz erliegende Stück trägt zwei wohlausgebildete Früchte. Ob nun das vergebliche Suchen KERNERs nach Früchten auf andere zufällige Umstände, z. B. vorhergehende ungünstige Witterung, zurückzuführen ist, oder ob wirklich Früchte nur ausnahmsweise gebildet werden, kann ich nicht entscheiden. Meine Beobachtung bei Stainz spricht für die erstere Annahme, ebenso der Umstand, daß die Früchte und Samen der *Stellaria bulbosa* in allen Florenwerken beschrieben werden. Jedenfalls verdient die eingangs besprochene Mitteilung KERNERs volle Beachtung, wenn auch nicht alle Schlüsse, die er aus seinen Beobachtungen zog, aufrechterhalten werden können.

Literatur.

DESCHMANN in KERNER, A.: Schedae ad floram exsiccatam Austro-hungaricam II, S. 79—80 (1882).

GÜNTHART, A., in SCHROETER, C.: Das Pflanzenleben der Alpen, 2. Aufl. (1926).

KERNER v. MARILAUN, A.: Pflanzenleben, II., S. 458—459 (1891).

KIRCHNER, O. v., Blumen und Insekten (1911).

KNUTH, P.: Handbuch der Blütenbiologie, II., 1, S. 195—196 (1898).

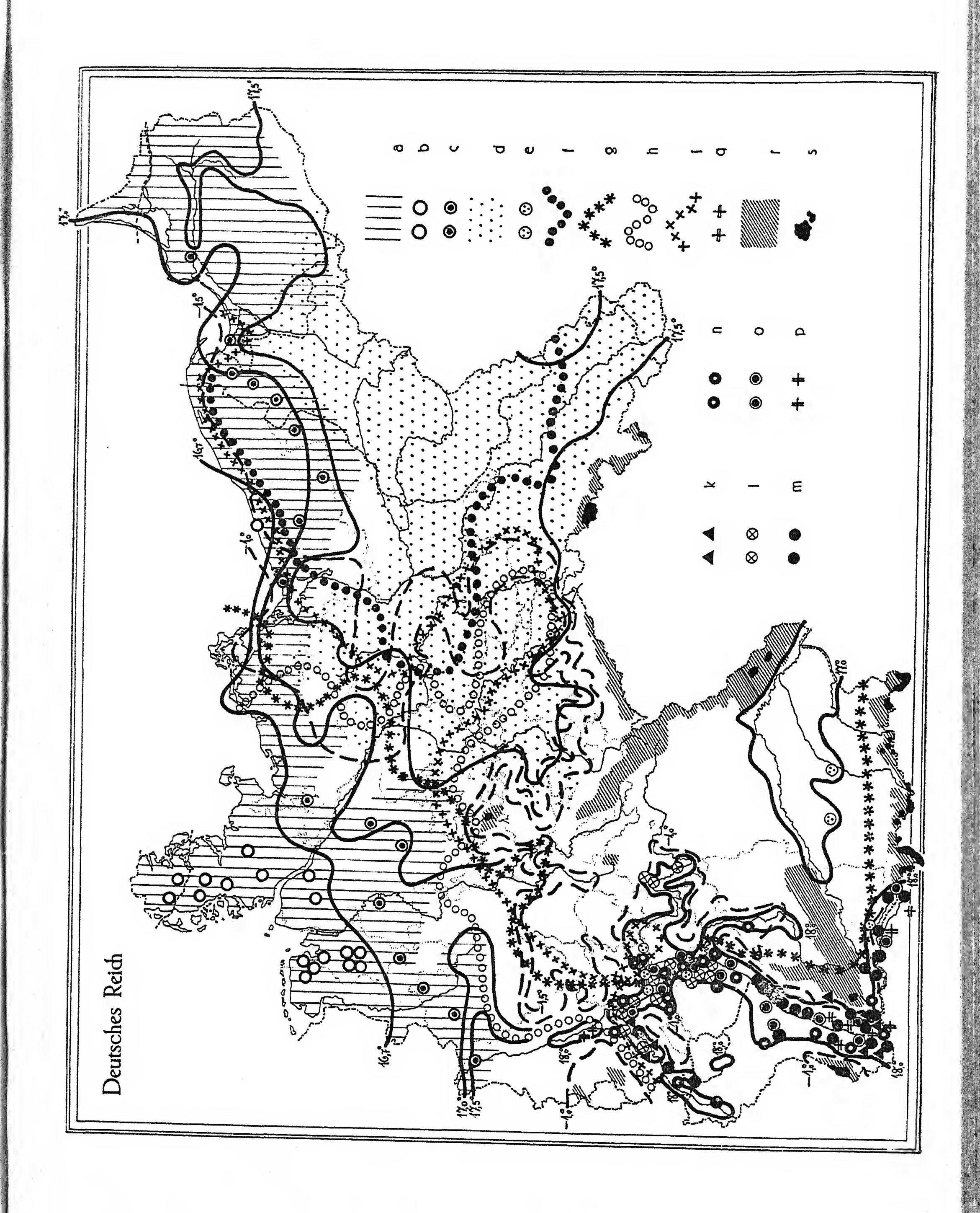
MÜLLER, H. (1): Die Befruchtung der Blumen durch Insekten (1873).

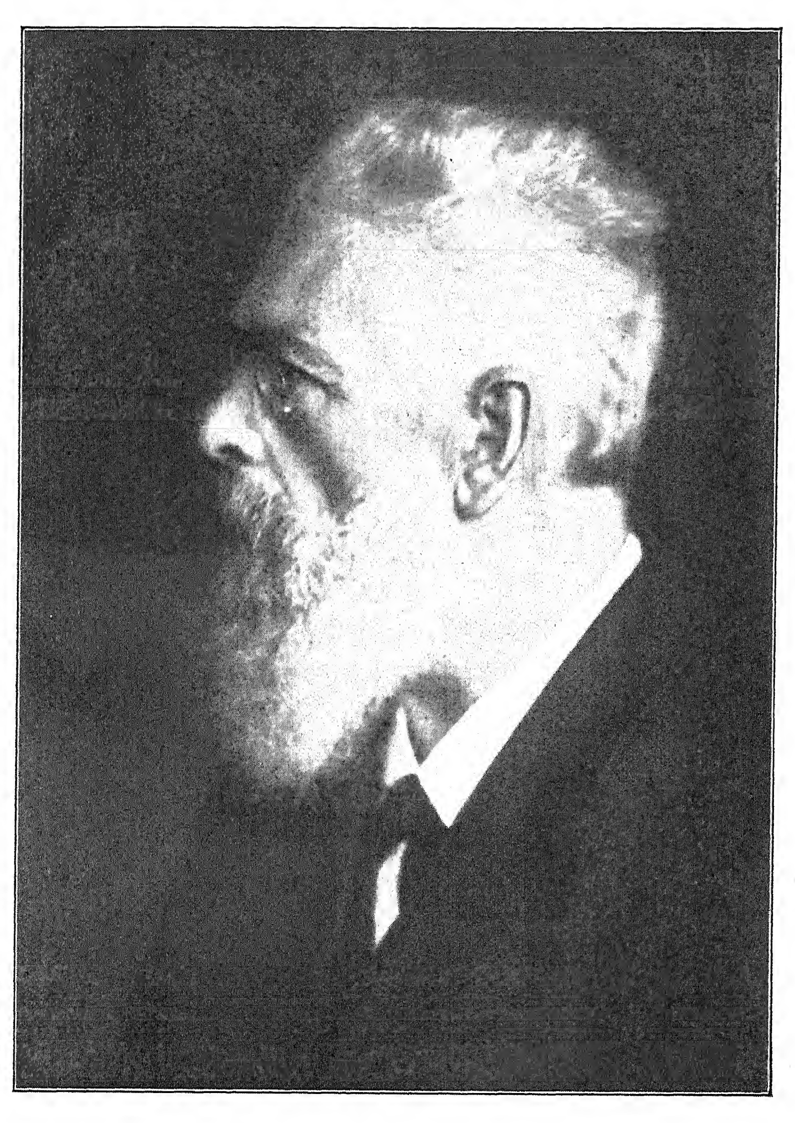
MÜLLER, H. (2): Alpenblumen (1881).

PAULIN, A.: Beiträge zur Kenntnis der Vegetationsverhältnisse Krains, 2. Heft, S. 141 (1902).

SPRENGEL, Chr. K.: Das entdeckte Geheimnis der Natur im Bau und in der Befruchtung der Blumen (1793).

WULFEN, Fr. X., in JACQUIN, N. J.: Collectanea ad botanicam, chemiam, et historiam naturalem, spectantia, III., S. 21—23 (1789).


Deutsches Reich



H. Ambronn



H Schenck

Achtung! *Die Mitgliederliste ist auf besonderen Bogen gedruckt und kann daher dem Heft entnommen und für sich gebunden werden.*

Bericht

über die

vom 7. bis 9. Juni 1927 in **Braunschweig**

abgehaltene

einundvierzigste Generalversammlung

der

Deutschen Botanischen Gesellschaft.

Wie im vorigen Jahre hielten auch diesmal die Deutsche Botanische Gesellschaft, die Vereinigung für angewandte Botanik und die Freie Vereinigung für Pflanzengeographie und systematische Botanik eine gemeinschaftliche Tagung ab. Wiederum waren der Einladung überaus zahlreiche Mitglieder gefolgt, die sich zum großen Teil bereits am Pfingstmontag, den 6. Juni, zu einem Begrüßungsabend im Hotel „Deutsches Haus" in Braunschweig zusammenfanden.

Am Dienstag, den 7. Juni, wurde die erste gemeinsame Sitzung der drei Gesellschaften um 3/4 9 Uhr durch unseren Präsidenten, Herrn Professor Dr. G. GASSNER eröffnet. Er begrüßte die Anwesenden, besonders den Braunschweigischen Ministerpräsidenten MARQUORDT, den Vertreter des Reichsministeriums für Ernährung und Landwirtschaft, die Vertreter der Technischen Hochschule und der Stadt Braunschweig, den Vorstand des Braunschweigischen Vereins für Naturwissenschaft, und stellte mit Genugtuung fest, daß noch nie eine Botanische Generalversammlung in Deutschland von einer so stattlichen Teilnehmerzahl besucht worden sei; besonders erfreulich sei dabei die Tatsache, daß unter den etwa 250 Besuchern der Tagung sich auch zahlreiche Gäste aus dem Auslande befänden.

Darauf begrüßte Herr Staatsminister MARQUORDT die Anwesenden und wünschte der Tagung besten Erfolg.

Die Grüße von Rektor und Senat der Technischen Hochschule überbrachte Herr Professor ROTH, der besonders auf das zahlreiche Erscheinen von Ausländern auf unserer Tagung hinwies, was als erfreuliches Zeichen für die allmählich neu erstarkende Anknüpfung internationaler wissenschaftlicher Beziehungen mit Genugtuung zu buchen sei. Er hob fernerhin die Bedeutung der angewandten Botanik gerade in Braunschweig hervor, wo die Landwirtschaft eine so große wirtschaftliche Rolle spielt und zahlreiche mustergültige Mittelbetriebe mit Höchsterträgen glänzen.

Herr Stadtbaurat GEBENSLEBEN begrüßte als Vertreter der Stadt Braunschweig die Anwesenden als Gäste der Stadt, indem er mit Genugtuung darauf hinwies, daß unter den anwesenden Forschern eine ganze Reihe — er nannte die Herren DRUDE, MIEHE, TIEGS und ZIMMERMANN — Braunschweiger Landeskinder seien.

Nachdem Herr GASSNER für die warmherzigen Begrüßungen den Dank der Versammlung zum Ausdruck gebracht hatte, wurde die Reihe der wissenschaftlichen Vorträge eröffnet durch Herrn C. STAPP-Berlin-Dahlem, der über den bakteriellen Pflanzenkrebs und seine Beziehungen zum tierischen und menschlichen Krebs berichtete. Der Vortrag ist bereits in unseren „Berichten", Heft 7 dieses Jahrgangs, S. 480, erschienen.

Nach einer kurzen Pause ergriff Herr P. N. SCHÜRHOFF-Berlin, zugleich im Namen seines Mitarbeiters Herrn E. GILG-Berlin, das Wort, um über das Thema zu sprechen: Unsere Erfahrungen über die Brauchbarkeit der Serodiagnostik für die botanische Verwandtschaftsforschung. Auch diese Abhandlung ist inzwischen in unseren „Berichten" erschienen, in Heft 6, S. 315.

An den Vortrag von Herrn SCHÜRHOFF schloß sich ein einleitender Vortrag von Herrn G. GASSNER über die im Anschluß an die Tagung vorgesehenen Exkursionen. Nach einer kurzen Schilderung der geographischen Verhältnisse Braunschweigs entwickelte der Vortragende die Gesichtspunkte, nach denen der Plan der Exkursionen aufgestellt wurde. Bei der ersten Exkursion handelte es sich darum, den Tagungsteilnehmern die nähere und weitere Umgebung Braunschweigs zu zeigen. Das botanische Versuchsfeld in Gliesmarode, der Forstgarten in Riddagshausen, der Park in Destedt sowie der Elm wurden daher als Ziel der Exkursion in Aussicht genommen.

Bei den weiteren Exkursionen mußte den verschiedenartigen Interessen der Tagungsteilnehmer insoweit Rechnung getragen werden, als ihnen einerseits Gelegenheit geboten werden mußte,

die Braunschweig benachbarten Saatzuchtwirtschaften kennenzulernen, während andererseits der Wunsch der mehr pflanzengeographisch eingestellten Botaniker zu berücksichtigen war, einen näheren Einblick in die Flora des Harzes und der Vorberge zu gewinnen. Es war nicht leicht, den mannigfachen Ansprüchen gerecht zu werden, ohne gleichzeitig den Zusammenhang der Tagung zu zerreißen. Aus diesem Grunde wurde der Ausweg gewählt, daß am ersten Exkursionstage die eine Gruppe der Tagungsteilnehmer die Saatzuchtwirtschaften, die andere die Vorberge und den Nord-Ost-Teil des Harzes besuchen sollten, während der zweite Tag sämtliche Teilnehmer wieder vereinigen und in gemeinsamer Wanderung auf den Brocken führen sollte.

An die erste gemeinschaftliche Sitzung der drei Gesellschaften schloß sich nach einer kurzen Unterbrechung die Generalversammlung der Deutschen Botanischen Gesellschaft, die vom Präsidenten, Herrn G. GASSNER, um 12 Uhr 10′ eröffnet wird. Nachdem er einen kurzen Jahresbericht erstattet hat, gibt der Schatzmeister, Herr E. TIEGS, die Rechnungsablage für das Jahr 1926 und den Voranschlag für das Jahr 1927. (Siehe S. 26).

Herr R. W. KOLBE berichtet über die von ihm in Gemeinschaft mit Herrn R. KOLKWITZ vorgenommene Kassenprüfung. Herr G. GASSNER beantragt Entlastung, die von der Versammlung erteilt wird; ebenso wird auf seinen Antrag der Voranschlag genehmigt.

Der Vorsitzende verliest die Namen derjenigen Mitglieder, die im letzten Jahre unserer Gesellschaft durch den Tod entrissen worden sind:

BUCHWALD, J. (Berlin), am 17. März 1927,
HOLZHAUSEN, K. (Halle),
KLINKHARDT, W. (Leipzig), am 10. November 1926,
MENZEL, P. (Dresden), am 2. April 1927,
MÜLLER-THURGAU, H. (Wädenswil b. Zürich), am 18. Januar 1927,
NOACK, M. (Berlin-Südende), am 14. Februar 1927,
RADLKOFER, L. (München), am 11. Februar 1927,
REINITZER, F. (Graz), am 16. Februar 1927,
SAIDA, K. (Tokio), am 22. Januar 1923 (erst im Juli 1926 hier bekannt geworden).

Zu Ehren der Verstorbenen erheben sich die Anwesenden von ihren Plätzen.

Es erfolgt nunmehr die Neuwahl der Kommission für das Botanische Zentralblatt. Herr S. V. SIMON-Bonn hat die Redaktion

des Zentralblattes, die er seit Beginn des Wiedererscheinens des Blattes nach dem Kriege geführt hatte, niedergelegt. An seine Stelle in der Herausgabe des Zentralblattes tritt Herr F. HERRIG-Berlin. Herr SIMON spricht seinen bisherigen Mitarbeitern seinen Dank aus und wirft einen Rückblick auf die Entwicklung des Botanischen Zentralblattes unter seiner Redaktion und auf den Wiederaufbau des deutschen botanischen Referierwesens seit dem Kriege, indem er dabei Schlaglichter auf die Entwicklung gleichgerichteter Bestrebungen im Auslande wirft. Er bittet um weitere eifrige und treue Mitarbeit namentlich seitens der jüngeren Mitglieder, damit das Zentralblatt auf der gewonnenen Höhe bleibt.

Herr G. GASSNER dankt Herrn SIMON für die jahrelang im Dienste der deutschen botanischen Wissenschaft geschickt und umsichtig geleistete Arbeit.

Die Kommission zur Vorbereitung der Wahlen hat als Mitglieder der Zentralblattkommission die Herren L. DIELS, H. KNIEP und S. V. SIMON in Vorschlag gebracht. Die vorgeschlagenen Herren werden durch Zuruf einstimmig gewählt.

Für die nächste Generalversammlung liegt eine Einladung nach Bonn a. Rh. vor, die von den Vertretern der Botanik an den dortigen Hochschulen, den Herren J. FITTING, M. KOERNICKE und E. SCHAFFNIT ausgeht und auch von dem Oberbürgermeister der Stadt Bonn unterstützt wird. Es wird einstimmig beschlossen, diese freundliche Einladung an den frühlingsgrünen Rhein anzunehmen und die nächste Tagung der Deutschen Botanischen Gesellschaft zu Pfingsten 1928 in Bonn abzuhalten. Dem Berliner geschäftsführenden Vorstande wird aber die Ermächtigung erteilt, für den Fall, daß dieser Beschluß der Generalversammlung sich aus irgend welchen unvorhergesehenen Gründen nicht durchführen lassen sollte, selbständig eine Änderung in der Wahl des Ortes der nächsten Versammlung zu treffen.

Am Schluß der Sitzung spricht Herr M. KOERNICKE-Bonn dem Schatzmeister Herrn E. TIEGS und dem Herausgeber der „Berichte“ Herrn B. LEISERING für ihre mühevolle, selbstlos für die Gesellschaft geleistete Arbeit den besten Dank aus.

Nun folgten die Mitglieder der drei Gesellschaften der Einladung der Braunschweigischen Staatsregierung zu erlesenen leiblichen Genüssen an blumengeschmückter Tafel in den herrlichen Räumen des Schlosses. Das Mahl wurde gewürzt durch eine Begrüßungsansprache des Herrn Ministerpräsidenten und durch Tischreden der Herren H. MIEHE, O. APPEL und H. O. JUEL, in denen der Dank für die gewährte Gastfreundschaft zum Ausdruck gebracht wurde.

Nachmittags um 15 h 30′ wurde die gemeinsame Sitzung der drei Gesellschaften unter dem Vorsitz von Herrn G. GASSNER fortgesetzt. Zunächst machte Herr F. FEDDE-Berlin kurze Mitteilungen über eine Sitzung des Institut International de Coopération Intellectuelle, Unterausschuß für Bibliographie.

Am 7/8. April 1927 fand in Paris eine Sitzung des genannten Ausschusses statt, der der Referent auf Einladung beiwohnte. Dieser Ausschuß beschäftigte sich zunächst mit den Schwierigkeiten, die es macht, sich die Originalarbeiten zu verschaffen, die zur Besprechung in den referierenden Organen notwendig sind. Man war der Meinung, daß es außerordentlich wichtig sei, wenn die Herausgeber solcher Organe von sämtlichen Zeitschriften Sonderabdrücke mit der Originalpaginierung erhielten. Von Seiten des obenerwähnten Institutes sollen nach dieser Richtung hin Schritte unternommen werden. Diese Sonderabdrücke sollen an eine zu gründende internationale Organisation gesandt werden, die die Verteilung der Sonderabdrücke in die Hand nehmen würde.

Zur Erleichterung der Arbeit der Herausgeber referierender Zeitschriften sollten die Autoren angehalten werden, am Schluß jeder Arbeit eine Zusammenfassung der Ergebnisse zu bringen und zwar von etwa 3—5% des Umfanges der Hauptarbeit.

Die vorhandenen bibliographischen Zeitschriften werden in Gruppen eingeteilt. Für Botanik käme in Betracht: Allgemeine Biologie, Botanik im Allgemeinen, Genetik, Physiologie, Mikrobiologie und Parasitologie, sowie Systematische Botanik. Die Herausgeber von Zeitschriften verwandten Inhalts sollen ihre einseitig gedruckten Referate in Sonderabzügen miteinander austauschen. Bei Zeitschriften, die nur einen bibliographischen Anhang führen, soll dieser Anhang gesondert käuflich sein. Für jedes Land ist ein Vertreter gewählt worden, der sich mit den Herausgebern der entsprechenden Zeitschriften in Verbindung setzen soll, um den Austausch in die Wege zu leiten.

Ferner sollen die Abkürzungen der Zeitschriften-Titel allgemein festgelegt werden, um die gegenwärtig herrschende Verschiedenheit, die nur zu Irrtümern Veranlassung gibt, zu vermeiden. Da das Britische Museum schon ein solches Abkürzungsverzeichnis von 24000 Zeitschriften herausgegeben hat, so wird empfohlen, dieses Verzeichnis auf der nächsten Zusammenkunft anzunehmen.

Bei den meisten obigen Beschlüssen handelt es sich um Vorschläge, deren Verwirklichung der Referent als Herausgeber von „JUSTs Botanischem Jahresberichte“ schon seit 25 Jahren, wenn

auch mit geringem Erfolg, anstrebt. Hoffentlich fallen diese Anregungen nicht auf unfruchtbaren Boden. Ihre Durchführung würde allerdings die Arbeit der Herausgeber referierender Organe sehr erleichtern und zur Vervollständigung der bibliographischen Zeitschriften in erheblichem Maße beitragen. Es ist nur zu befürchten, daß alle diese Anregungen, wie bisher, im Sande verlaufen werden, und zwar weniger wegen etwaiger internationaler Uneinigkeiten, als vielmehr wegen Mangels an den notwendigen Mitteln, der nicht nur im Deutschen Reich, sondern auch in den anderen europäischen Staaten im gleichen Maße vorhanden zu sein scheint. Eine einzige Ausnahme machen nur die Vereinigten Staaten von Nordamerika, in denen gegenwärtig unbegrenzte Mittel für solche Zwecke vorhanden sind. Es ist daher zu befürchten, daß Amerika in dieser Beziehung in kurzer Zeit die Führung an sich reißen dürfte.

Hierauf hielt Herr HUGO FISCHER-Berlin einen Vortrag über Kohlenstoffernährung der Pflanzen, der inzwischen im Heft 6 dieses Jahrganges unserer Berichte, S. 331, erschienen ist.

Es folgte ein Vortrag der Herren K. W. MEISSNER und F. LAIBACH-Frankfurt a. M. über eine neue Methode zur Messung kleinster Dimensionsänderungen bei Pflanzen. Das der Methode zu Grunde liegende Meßprinzip ist folgendes: Die (durch Wachstum, Quellung oder osmotische Vorgänge entstehenden) Dimensionsänderungen eines pflanzlichen Organismus oder Pflanzenteils werden auf ein kleines Spiegelchen übertragen, das sich leicht und streng parallel verschieben läßt, so daß seine Verschiebung immer gleich der eingetretenen Dimensionsänderung ist. Die Verschiebung des Spiegelchens wird mit einer Interferenzmethode gemessen, indem zwischen einem festen Spiegel und dem beweglichen Spiegelchen Lichtinterferenzen erzeugt werden. Wählt man ein planes Spiegelchen, so erhält man geradlinige Streifen, wird ihm dagegen die Form einer konkaven oder konvexen Kugelfläche gegeben, so erhält man Kreisringe. Wie aus der Theorie der „Farben dünner Blättchen“ (Seifenblase, Newton'sches Farbenglas) bekannt ist, verändert sich die Interferenzerscheinung, wenn der Abstand der reflektierenden Flächen des Blättchens vergrößert wird, in der Weise, daß die „Interferenzstreifen“ quer durch das Gesichtsfeld wandern. Ändert sich der Abstand um eine viertel Wellenlänge, so wandert die Erscheinung um eine halbe Streifenbreite; an die Stelle eines hellen Streifens tritt ein dunkler und umgekehrt. Bei kreisförmigen Ringen gibt jeder neu erscheinende oder verschwindende Ring eine Dimensionsänderung von einer halben Wellenlänge der betreffenden Lichtart an.

Zur technischen Durchführung dieses Gedankens wird ein Interferometer angewendet, das dem von MICHELSON angegebenen nachgebildet ist. Die Parallelverschiebung des Spiegelchens wird durch ein ROBERVAL'sches Hebelsystem erreicht, durch das auch die Belastung des Pflanzenteils auf ein Minimum gebracht werden kann.

Es wurde das Wachstum eines Haferkeimlings und seine Beeinflussung durch den elektrischen Strom demonstriert. Die Ringe wurden zur Erzielung einer größeren Lichtintensität unter Verwendung einer Bogenlampe erzeugt und konnten so projiziert und ihr durch den Keimling verursachtes Wandern gezeigt werden. Da unhomogenes Licht verwendet werden mußte, war der Bereich der guten Sichtbarkeit der Ringe nur klein. Bei Verwendung einer Heliumröhre, wie sie bei den Experimenten benutzt wird, kann man dagegen eine Längenänderung bis etwa 1 cm beobachten, ohne den Apparat zu berühren. Die Registrierung der Ringe erfolgt mit Hilfe eines Chronographen mit 3 Schreibhebeln (für Sekunden, Ringe, Reizdauer); sie kann aber auch photographisch vorgenommen werden.

Was Exaktheit und Empfindlichkeit der Methode anlangt, dürfte sie alle hisherigen zur Messung von Dimensionsänderungen bei Pflanzen verwendeten weit übertreffen. Sie hat vor allem den Vorzug, daß man die Veränderung in jedem Augenblick beobachten, daher genau den Zeitpunkt des Eintretens einer Reaktion festlegen und, da mit Lichtwellenlängen gemessen wird, mit einer Genauigkeit von ca. 10 % selbst Größenänderungen von $\frac{1}{4}$ μ bestimmen kann.

Die Methode ist für weite Gebiete der Biologie und zwar nicht nur für pfanzenphysiologische, sondern auch für tierphysiologische und kolloidchemische Untersuchungen verwendbar.

Eine ausführliche Arbeit über die Methode und die mit ihr bisher angestellten Untersuchungen wird in einiger Zeit erscheinen.

Nun gab Herr E. MÜNCH-Tharandt eine Darstellung seiner Versuche über den Saftkreislauf. Die Mitteilung ist im Heft 6 des Jahrganges, S. 340, veröffentlicht worden.

Nachdem Herr BERGMANN-Berlin von der Firma E. LEITZ ein neues Epidiaskop vorgeführt hatte, sprach Herr A. GEHRING-Braunschweig über bodenkundliche Untersuchungen über die Entstehung der Trockentorflager im Hils. Auch in Braunschweig hat, namentlich im Hilsgebiet, die Ausdehnung von Trockentorflagern einen großen Umfang angenommen, wie VOLGER im Forstwirtschaftlichen Zentralblatt 1924, Heft 9, 1926, Seite 119 schildert. Zur Nach-

prüfung der dabei geäußerten Anschauungen von VOLGER wurde eine Reihe von chemischen Untersuchungen durchgeführt, welche folgendes Resultat ergaben:

Ueber den Einfluß des Klimas konnten bei dem engen Raum, auf dem sich diese Untersuchungen abspielten, keinerlei Angaben gemacht werden. Jedoch konnte gezeigt werden, daß die Art des Bodens, sein Basengehalt, seine Reaktion in wässriger Bodensuspension einen ganz bemerkenswerten Einfluß hinsichtlich des Auftretens von Trockentorf ausübt. Bei Böden gleicher chemischer Zusammensetzung ist die Bedeutung der Holzart besonders bedeutungsvoll. Über die Frage, wie die Wirkung der Holzart entsteht, wurden noch keine Angaben gemacht. Weitere Untersuchungen ergaben, daß die Austauschaciditätsbestimmung bei der Untersuchung derartiger Böden nicht verwendet werden kann.

Den letzten Vortrag hielt Frl. A. NIETHAMMER-Prag über neue Richtlinien auf dem Gebiet der chemischen Stimulationswirkungen.

Nach Schluß der Sitzung um 17 h 45′ blieb ein Teil der Zuhörerschaft noch im Hörsaal, um an der nochmaligen Vorführung des neuen Präzisionsapparates für Wachstumsmessungen durch Herrn F. LAIBACH teilzunehmen. Die übrigen Anwesenden begaben sich zum Botanischen Institut, um dieses und den botanischen Garten unter der Führung des Direktors, Herrn GASSNER, und seiner Assistenten zu besichtigen.

Um 20 h fand dann im großen Festsaal des Altstadt-Rathauses ein gemeinschaftliches Essen statt, zu dem die Stadt Braunschweig eingeladen hatte. Bei schäumendem Bier und an reichlich, besonders mit den berühmten Braunschweiger Wurstwaren gedeckter Tafel entwickelte sich bei den flotten Klängen einer Festkapelle und zahlreichen ernsten und heiteren Vorträgen und Reden ein fröhliches Schmausen und herzliche Geselligkeit, die viele Anwesende lange Stunden beisammenhielt.

Am Mittwoch, den 8. Juni, hielten die drei Gesellschaften getrennte Sitzungen ab. Die Deutsche Botanische Gesellschaft begann um 9 h 5′ unter dem Vorsitz von Herrn W. BENECKE-Münster mit einem Vortrag des Herrn F. TOBLER-Dresden über experimentell-morphologische Untersuchungen an Flechten zur Klärung der Symbiose. Die Abhandlung erscheint demnächst in unseren Berichten.

Darauf berichtete Herr WALTER ZIMMERMANN-Tübingen über den Schlafbewegungsmechanismus von Laubblättern.

Der Mechanismus der Variationsbewegungen ist noch stark umstritten. Der Vortr. zeigte nun an Hand von Kurven, wie sich die osmotischen Zustandsgrößen in den Gelenken von Leguminosenblättern während der Schlafbewegungen und ähnlicher Bewegungen ändern. Aus seinen Versuchen ergab sich, daß der osmotische Wert bei Grenzplasmolyse (und in seinem Gefolge der Turgordruck) in der sich ausdehnenden Gelenkhälfte anstieg (maximaler Überdruck bis 8 Atm.). Im Gegensatz zur älteren Auffassung PFEFFERs ändern sich die Werte in den beiden Gelenkhälften antagonistisch, in der kontrahierten Hälfte sanken sie. Da diese Änderungen der osmotischen Zustandsgrößen auch bei gehemmter Bewegung auftreten, schloß der Vortr., daß sie nicht eine Folge der Bewegung sind (wie z. B. LEPESCHKIN angenommen hatte), sondern die entscheidende Ursache. Die (z. T. scheinbar) widersprechenden Angaben der Literatur beeinflussen nach dem Vortr. das Ergebnis nicht. Z. B. können die Halbierungsversuche der Gelenke nicht herangezogen werden, da sich die osmotischen Zustandsgrößen im operierten Gelenk ganz anders als im normalen Gelenk ändern.

Anschließend daran führte Herr W. ZIMMERMANN ein von ihm konstruiertes Spaltöffnungsmodell vom *Psilotum*-Coniferen-Typ vor, das die Schließbewegungen unter Heben und Senken der Spaltenkante ausführt. (Vgl. ZIMMERMANN, Zeitschr. f. Bot. 1926/27. **19**. S. 143 u. Abb. 2.)

Nunmehr nahm Herr E. STOLLEY-Braunschweig das Wort zu einem Vortrage über das Thema: Zur Kenntnis der permischen Koniferengattung *Gomphostrobus*.

Die bisher wenig bekannte und noch recht unsichere Gattung *Gomphostrobus*, vermutlich eine der geologisch ältesten Koniferen und daher von nicht geringem Interesse, wurde 1890 von MARION für zapfenartige Büschel aus dem Perm von Lodève aufgestellt und 1893 von POTONIÉ nach einer unedierten Tafel MARIONs abgebildet. Zu derselben gehören außer *G. heterophylla* Marion offenbar auch die von E. GEINITZ bereits 1875 aus dem Rotliegenden Sachsens beschriebenen und als *Sigillariostrobus bifidus* bezeichneten isolierten Sporophylle, die sodann von SCHENCK und STERZEL als *Dicranophyllum* gedeutet, von POTONIÉ zuerst als *Psilotiphyllum* benannt, später mit *Gomphostrobus* vereinigt wurden. Als bezeichnendste Eigenschaft der Gattung *Gomphostrobus*, die auch im mittleren Rotliegenden Thüringens, am sogenannten „Gottlob“ bei Friedrichroda, nicht allzuselten ist, muß die eigenartige distale Teilung der Sporophylle in zwei meist stark divergierende Spitzen bezeichnet werden.

Das fertile Laub soll nach MARION, POTONIÉ, GOTHAN u. a. sehr Walchien-ähnlich sein. GOTHAN sieht den Beweis dafür jetzt in einer aus dem Rotliegenden des „Gottlob“ stammenden Gesteinplatte, die zahlreiche Sporophylle noch an einer dicken Achse ansitzend zeige und zwar „ringsherum um diese, an der sich außerdem noch verschiedene Zweige von *Walchia piniformis* befinden“. Freilich sei „möglicherweise keine eigentliche Zapfenbildung vorhanden“, aber „der Zusammenhang mit *Walchia piniformis* scheint außer Zweifel zu sein“. Hier liegt aber tatsächlich ein starker Irrtum vor, denn das in Braunschweig befindliche Gegenstück der betr. Platte zeigt bei genauer Prüfung klar, daß es sich um eine ganz zufällige Zusammenschwemmung eines Zweigteiles von *Walchia piniformis* mit einem viel dickeren Zweigstück von *Gomphostrobus* handelt. Hier, wie an zahlreichen anderen Fundstücken des gleichen Fundortes, sind es auch nicht Zapfenteile oder Sporophylle von *Gomphostrobus*, sondern zweifellos sterile Zweigteile mit relativ zarten Gabelnadeln; aber auch an Zapfenresten fehlt es am Gottlob nicht, doch haben sie nicht den Büschelcharakter des MARION-POTONIÉschen *Gomphostrobus heterophylla*, sondern die normalere Form kleiner ovaler Koniferenzapfen mit viel weniger zahlreichen und viel kräftigeren, breit gegabelten Sporophyllen. Niemals sitzt auch nur die mindeste Spur von Walchien-artigem sterilen Laub an den zahlreichen sterilen Zweigstücken der Gomphostroben vom Gottlob, und es wird dadurch ganz zweifellos, daß *Gomphostrobus* mit *Walchia piniformis* oder anderen Walchien des Rotliegenden nicht das mindeste zu tun hat. Solcher Auffassung sei nun ein für allemal ein Ende gemacht und dieser alte, bis jetzt geltende Irrtum beseitigt.

Nach freundlicher Mitteilung von Herrn FLORIN-Stockholm, der zu gleichem Ergebnis wie der Vortragende gelangt ist, kommt *Gomphostrobus* auch in Nordamerika, und zwar bei Fairplay in Colorado, vor. Vermutlich gibt es mehrere Arten der Gattung, da *Gomphostrobus bifidus* ein Kollektivbegriff sein dürfte; vielleicht sind *Gomphostrobus heterophylla* Marion und *G. bifidus* E. Gein. nicht einmal generisch zusammenzuhalten, da die Ausbildung der Zapfen allzu ungleich erscheint. *Dicranophyllum* und *Trichopitys*, die in der Literatur wohl zu *Gomphostrobus* in gewisse Beziehung gebracht sind, haben mit ihm keinerlei Verwandtschaft.

Hieran schloß Herr E. STOLLEY eine zweite Mitteilung über fertile Pteridospermen aus dem Rotliegenden Thüringens. Die durch ältere Autoren längst bekannt gewordenen, neuerdings aber im unteren Rotliegenden von Manebach i. Th. in besonders schönen, zum Teil völlig fertilen Wedeln wieder aufgefundenen Reste des

Samenfarns „*Pecopteris*“ *pinnatifida* Gutb. verdienen eine eingehende Würdigung ihrer Fruktifikation, die von POTONIÉ als Sori und neuerdings auch von GOTHAN noch als Crossotheca gedeutet, wohl eine bessere Erklärung als weibliche Samen in Gestalt gerippter Beutelchen finden müssen. Auch „*Pecopteris*“ (*Dicksoniites*) *Pluckeneti* des französischen und deutschen Oberkarbons und unteren Rotliegenden hat sich längst als ein Samenfarn ergeben, dessen viel kleinere ovale glatte Samen aber an der Unterseite normal ausgebildeter steriler Fiederchen, und zwar in Mehrzahl an deren Loben haftend oder hängend, festgestellt sind, während bei *P. pinnatifida* ein einzelner, dreifach größerer gerippter Samen stets ein ganzes Fiederchen ersetzt, von dem keine Spur zu sehen ist, wo der Wedel fruktifizierend geworden ist. Somit gehören diese beiden „*Pecopteris*“-Arten weder generisch zuzammen, noch auch dürfen sie in der Farngattung *Pecopteris* verbleiben, die sich also auch als Kollektivgattung, sogar als solche von Pflanzen verschiedener Großabteilungen des Pflanzenreichs, erweist. *P. pinnatifida* möge in Zukunft als Typus einer neuen Pteridospermen-Gattung *Peridiopteris* gen. nov. gelten. Auch der STERZELsche Farnname *Dicksoniites* wird kaum aufrecht erhalten werden können. Der Name *Cycadofilices* oder *Cycadofilicinae* ist als nicht mehr zeitgemäß und als der heutigen Auffassung, daß die Cycadeen zweifellos nicht von den Filicinae abstammen, widersprechend aufzugeben und stets durch die viel geeignetere SCOTTsche Bezeichnung Pteridospermae zu ersetzen. Herr M. HIRMER-München wird dem Manebacher Samenfarn eine eingehende Würdigung zuteil werden lassen.

Im mittleren Rotliegenden des Gottlob bei Friedrichroda ist auch der neuerdings von FLORIN als *Pterispermostrobus Wanderianus* von der altbekannten *Schützia anomata* H. B. Gein. abgetrennte Samenfarn in Häufung fertiler Samenträger vom Vortragenden festgestellt worden.

Darauf nahm Herr F. STEINECKE-Königsberg das Wort zu einer Mitteilung über die Bedeutung der Mikrofossilien für die Bestimmung der Nekrozönosen im Torf.

Das Hochmoor als ein Biotop mit extrem einseitig ausgebildeten Lebensbedingungen beherbergt naturgemäß unter den ihm eigenen Organismen zahlreiche Arten, die durch extremste Stenotopie ausgezeichnet sind. Wie die Untersuchungen von SKADOWSKY und WEHRLE ergeben haben, ist die Stenotopie dieser Lebewesen (vorwiegend Diatomeen und Desmidiaceen, Rhizopoden, Rotatorien und Kruster) in ihrer Stenoionie begründet.

Besonders gut ist die abweichende artliche Zusammensetzung der einzelnen Mikroorganismen-Assoziationen in den unberührten und ausgedehnten Hochmooren Ostpreußens ausgeprägt. Nicht nur, daß die randlichen Zonen eines Hochmoors von Flachmoor- und Übergangsmoorcharakter ihre eigenen Assoziationen besitzen, selbst innerhalb des Hochmoors finden sich mehrere Mikroorganismen-Assoziationen, die immer in der gleichen Zusammensetzung an den gleichen Standorten auftreten. So lassen sich eine Anzahl fester Leitassoziationen für die einzelnen Biozönosen auf stellen.

Diese Leitassoziationen sind nicht nur hervorragend geeignet zum Erkennen einer rezenten Moorzone, sondern auch einer Torfschicht. Es hat sich gezeigt, daß von einer großen Zahl der rezenten Leitformen Reste im Torf erhalten bleiben. Des Weiteren ließ sich feststellen, daß die Arten einer Leitassoziation immer wieder zusammen im Torf vorkommen. Es lassen sich demnach aus den Mikrofossilien feste Angaben über die einstige Biozönose machen, aus der sich der Torf gebildet hat. Bei einem Vergleich der an Hand der Mikrofossilien gewonnenen Ergebnisse der Torfanalyse mit den Ergebnissen der üblichen Torfanalyse auf Reste von Phanerogamen, Moosen usw. hin, hat sich gezeigt, daß die Aussagen der Torfanalyse durch Heranziehen der Mikrofossilien nicht nur bestätigt, sondern auch genauer präzisiert werden können[1]).

An Hand von Lichtbildern schilderte der Vortragende die Leitassoziationen und zeigte, daß es möglich ist, allein auf Grund der Reste dieser Kleinlebewesen die Geschichte eines Torfmoores abzulesen. Anläßlich einer gerichtlichen Streitfrage gelang es ebenfalls, auf dieselbe Weise die Identität zweier Torfproben eindeutiger festzustellen, als es in dem betreffenden Falle durch Diagnostizierung der Phanerogamenreste usw. möglich war. Es ist demnach wünschenswert, daß bei Torfuntersuchungen in Zukunft den pflanzlichen und tierischen Mikroorganismen mehr Beachtung geschenkt wird, als es bisher geschieht.

Darauf sprach Herr R. KRÄUSEL-Frankfurt a. M. über neue Untersuchungen an Devonpflanzen. Dieser Vortrag ist in erweiterter Form in den Abhandlungen der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft erschienen.

Darauf ergriff Herr J. SCHWEMMLE-Tübingen das Wort zu seinen Mitteilungen über genetische und cytologische Untersuchungen an Eu-Oenotheren.

---

1) FR. STEINECKE, Leitformen und Leitfossilien des Zehlaubruches. MEZ, Botanisches Archiv, Bd. 19, 1927.

Der Verlauf der Reduktionsteilung bei den Onagraceen ist ein recht verschiedenartiger. Während z. B. bei *Epilobium, Clarkia* und *Godelia* — und gerade diese verhalten sich bei Erblichkeitsuntersuchungen durchaus normal — einwandfrei Parasyndese nachgewiesen werden konnte, zeigen andere Gruppen scheinbar Metasyndese. Zwar konnte gezeigt werden, daß dieser Modus von der normalen Parasyndese ableitbar ist, also nur einen Sonderfall darstellt, aber trotzdem blieb die Möglichkeit offen, daß ganz allgemein Formen mit Ketten während der Diakinese sich genetisch anders verhielten als die mit reiner Parasyndese. Unter diesem Gesichtspunkt wurden, nach vergeblichen Versuchen mit andern Gattungen, Artkreuzungen mit Eu-Oenotheren ausgeführt. Als Eltern dienten *Oen. Berteriana, odorata, mollissima* und *striata.* Die F_1 der Kreuzung *Oen.* (*Bert.* × *striata*) ist zweiformig, die der Kreuzungen *Oen.* (*Bert.* × *od.*) und *Oen.* (*Bert.* × *mollissima*) dreiformig; bei den Verbindungen *Oen.* (*moll.* × *striata*) und *Oen.* (*moll.* × *odorata*) wird sie gar vierformig. Durch die noch im Gang befindliche Analyse konnten einige Faktoren schon herausgearbeitet werden, z. B. ein Pollensterilitätsfaktor, der in der F_2 der Kreuzung *Oen.* (*Bert.* × *od.*) die Pollensterilität einiger Gruppen verursacht. Außerdem wurde noch auf die Cytologie und das genetische Verhalten einer F_2-Pflanze, die, selbst diploid, tetraploide Zweige besitzt, eingegangen. Durch Lichtbilder, welche die in der F_1 und F_2 der verschiedenen Kreuzungen auftretenden Typen wiedergaben, wurden die Ausführungen ergänzt.

Nach diesem Vortrage gab Herr W. BENECKE den Vorsitz an Herrn E. G. PRINGSHEIM-Prag ab, der zunächst Herrn F. KNOLL-Prag das Wort erteilte zu seiner Mitteilung über Abendschwärmer und Schwärmerblumen, die inzwischen in Heft 8 dieses Jahrganges unserer Berichte, S. 510, erschienen ist. An den Vortrag schloß sich eine lebhafte Diskussion.

Hierauf gab Herr H. POTTHOFF-Marburg eine Darstellung seiner Untersuchungen über die Desmidiacee *Hyalotheca dissiliens forma minor*[1]).

Über die Geschlechtsverhältnisse der Desmidiaceen ist bis jetzt nichts bekannt. Ebenso liegen über den Kernphasenwechsel dieser formenreichen Gruppe der Conjugaten noch keine Arbeiten vor. KLEBAHNs Untersuchung über die Zygotenkeimung von

---

1) Eine ausführliche Arbeit über *Hyalotheca* ist in der Planta, Archiv für wissenschaftliche Botanik, 4. Bd., 261—283, erschienen.

Closterium und *Cosmarium* aus dem Jahre 1891 ist die einzige bekannte zytologische Arbeit über die Zygotenkeimung der Desmidiaceen.

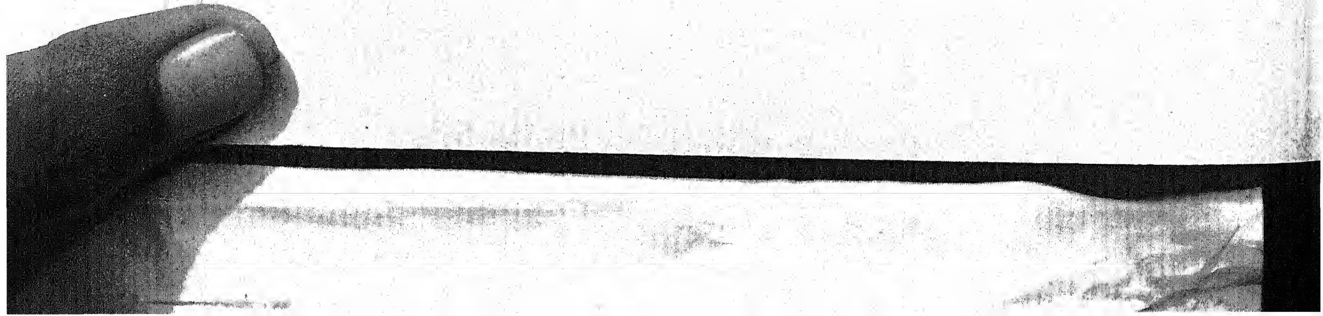
Völlig unbekannt ist die Zygotenkeimung der Zellfäden bildenden Desmidiaceen. Um die angedeuteten Lücken in unserer Kenntnis von diesen interessanten Organismen auszufüllen, untersuchte der Vortragende in den Jahren 1925—26 eingehend *Hyalotheca dissiliens forma minor.*

Nach mehreren vergeblichen Versuchen — unter anderem wurde vergebens das KLEBSsche Verfahren, Züchtung in Zuckerlösung bei starker Belichtung angewandt — gelang es, *Hyalotheca* zur Kopulation zu bringen. Aus einer Kulturschale, in der sich kopulierende *Hyalotheca*zellen befanden, wurde Wasser entnommen, filtriert und das Filtrat in kleine Reagensröhrchen abgefüllt.

Zellfäden von *Hyalotheca* gingen, in diese Röhrchen gebracht, sofort zur Kopulation über, auch wenn sie sich gerade in vegetativer Vermehrung befanden. Etwa 10 Fäden wurden mit Hilfe fein ausgezogener Pipetten isoliert in das Filtrat gebracht. Bei sämtlichen Fäden kopulierten die Zellen eines Fadens miteinander. Nachdem so die Verteilung der Geschlechter, das Vorhandensein von Zellen mit + und solchen mit — Tendenz in einem Faden, bestimmt war, blieb noch festzustellen, wann die Geschlechtsbestimmung, die Aufspaltung in die beiden Geschlechter, erfolgt. Solange nicht der gesamte Entwicklungsgang von *Hyalotheca* bekannt war, konnte über diese Frage nichts ausgesagt werden. Es war zunächst die schwierige Aufgabe zu lösen, Keimlinge für Kultur- und Kreuzungsversuche, sowie für die zytologische Untersuchung in genügender Zahl zu beschaffen. Eine große Zahl von Zygoten wurde nach einem besonderen Verfahren zur Keimung gebracht und eine Reihe von Keimlingen auf festem Nährboden weitergezüchtet. Ein Keimling zerfiel nach Bildung von 8 Zellen in seine Einzelzellen, ein Vorgang, der bekanntlich bei *Hyalotheca* stets vor der Kopulation erfolgt. Zwei von diesen Einzelzellen kopulierten miteinander.

Bei der Keimung gehen die Zygoten, die auch in der Ruheperiode ihre grüne Farbe nicht völlig verlieren, aus der Kugel- oder Ellipsoidform in die Eiform über und sprengen mit dem spitzen Ende die Zygotenmembranen.

Dann streckt sich der Keimling in die Länge und zeigt schon bald die *Hyalotheca dissiliens* eigentümliche Einschnürung in der Mitte der Zelle. Von den beiden Chloroplasten der jungen Zygote hat nur der eine die Ruheperiode überdauert. Dieser wächst jetzt



heran und teilt sich. Erst nach dieser Teilung des Plastiden etwa 8 Tage nach Sprengung der Zygotenmembran oder noch später erfolgt die erste Zellteilung im Keimling. Die beiden Tochterzellen bleiben miteinander verbunden. Waren nun diese beiden Keimlingszellen den beiden Keimlingen, die nach KLEBAHN aus den Zygoten von *Closterium* und *Cosmarium* hervorgehen und von denen jede je einen Groß- und einen Kleinkern enthält, homolog? Diese Frage konnte nur durch die zytologische Untersuchung entschieden werden.

In jeder Phase der Entwicklung wurde eine Anzahl der keimenden Zygoten zumeist mit der JUELschen Flüssigkeit, die von den angewandten Fixierungsmitteln sich am besten bewährte, fixiert, in Agar und Paraffin eingebettet, geschnitten und die Schnittpräparate nach verschiedenen Methoden meist aber mit Hämatoxylin nach HEIDENHAIN gefärbt. Auf diese Weise erhielt der Vortragende eine lückenlose Bilderfolge von den Vorgängen, welche im Innern der Zygote ablaufen.

Während der Ruheperiode liegen die Kerne eng aneinandergelagert mit abgeplatteter Berührungsfläche, ohne sich zu vereinigen. Die Kernverschmelzung erfolgt wie bei *Closterium* und *Cosmarium* erst kurz vor der Keimung. Auf die Verschmelzung folgt schon bald die erste Kernteilung, die Reduktionsteilung. Synapsis und Spiremstadium leiten die Teilung ein. Wie bei *Zygnema* entstehen die Chromosomen in diploider Zahl aus dem Spirem. Erst im Stadium der Äquatorialplatte legen sie sich aneinander, um dann in der Anaphase wiederum auseinanderzuweichen. Im Stadium der Diakinese wurden 30, in den beiden Tochterkernen 15 Chromosomen gezählt.

Hyalotheca ist demnach wie die meisten niederen Algen im vegetativen Zustand haploid, nur die Zygoten sind diploid. Ohne Bildung von Ruhekernen folgt auf die Reduktionsteilung unmittelbar die Äquationsteilung. In ähnlicher Weise wie bei *Closterium* und *Cosmarium* entstehen nach dieser Teilung zwei Groß- und zwei Kleinkerne. Nun wäre nach den homologen Vorgängen bei *Closterium* und *Cosmarium* auch bei *Hyalotheca* eine Zellteilung zu erwarten, die den Keimling in zwei Tochterzellen mit je einem lebensfähigen Großkern und einem degenerierenden Kleinkern scheiden würde. Diese Zellteilung erfolgt jedoch nicht. Es degenerieren und schwinden im Verlauf der weiteren Entwicklung zunächst die beiden Kleinkerne, dann verkümmert der eine Großkern zum Kleinkern, um schließlich ebenfalls zu verschwinden. In der keimenden Zygote von *Hyalotheca* gehen demnach von den

vier bei der Tetradenteilung entstandenen Kernen drei und zwar ein Großkern und zwei Kleinkerne zugrunde. Diese Ergebnisse der zytologischen Untersuchung vereint mit den Befunden der experimentellen Kopulationsversuche lassen klar die Geschlechtsverhältnisse von *Hyalotheca* erkennen. Wie aus der vorhin erwähnten Kopulation von 2 Zellen eines 8zelligen Keimlings sowie aus der mehrfach beobachteten Kopulation von Zellen eines Fadens miteinander hervorgeht, muß der allein überlebende Großkern die Anlagen beider Geschlechter enthalten. *Hyalotheca* ist gemischtgeschlechtlich (haplomonöcisch).

Die Aufspaltung in die beiden Geschlechter erfolgt an beliebigen Stellen des Entwicklungsgangs, zuweilen schon, wie die Kopulation der beiden Zellen des 8zelligen Keimlings zeigt, kurz nach der Zygotenkeimung.

Der Vergleich der Zygosporenkeimung der bis jetzt bekannten Desmidiaceen mit den Mesotaeniaceen gewährt interessant Einblicke in die Stammesgeschichte der Conjugaten. Die Desmidiaceen erscheinen nach diesen Untersuchungen als phylogenetisch geschlossene Gruppe. Sie nahmen vermutlich mit den Zygnemaceen aber getrennt von ihnen ihren Ausgang von mesotaeniaceenähnlichen Organismen, die noch 4 Keimlinge aus der Zygote entließen, bildeten dann auf der weiterentwickelten Stufe von *Closterium* und *Cosmarium* nur noch 2 Keimlinge mit je einem lebensfähigen Großkern und einem degenerierenden Kleinkern aus und erreichten schließlich ihre höchstentwickelte Form in *Hyalotheca*, die nur noch einen Keimling bildet, in dem die erblich überkommene Vierteilung der Kerne sowie ihre Differenzierung in 2 Groß- und 2 Kleinkerne noch stattfindet, in dem aber drei durch den Ausfall jeglicher Zellteilung funktionslos gewordene Kerne zugrunde gehen.

An den Vortrag des Herrn POTTHOFF schloß sich eine längere Diskussion.

Hierauf spricht Herr A. HEILBRONN-Münster über induzierte Aposporie bei Farnen.

Darauf folgt ein Vortrag von Herrn E. G. PRINGSHEIM-Prag über das Schießen von *Pilobolus*. Der Vortragende faßt seine Untersuchungen in folgende Sätze zusammen:

1. Das fliegende Geschoß besteht nicht nur aus dem Sporangium, sondern auch aus dem mitabgeschleuderten Inhalt des Trägers.

2. Die Schußweite ist am größten, wenn die Sporangienträger schräg nach oben gerichtet sind, und kann dann bis 2 m betragen. Die großen Sporangien fliegen weiter als die kleinen.

3. Die Treffgenauigkeit hängt von der Helligkeit des Zieles und besonders von der Schußweite ab. Je größer die Entfernung, um so erheblicher ist die Streuung. Bei einer nicht zu fernen Lichtscheibe wird die Mitte stärker beschossen als der Rand.

4. Die Fluggeschwindigkeit wurde im Anfang der Bahn zu durchschnittlich etwa 14 m/sek bestimmt.

5. Mit Hilfe eines ballistischen Drehpendels wurde auf Grund der Bewegungsgröße die Masse des Geschosses zu etwa 0,011 mg gefunden und mit dem durch Wägung bestimmten Trockengewicht verglichen, welches 0,0057 mg betrug. Die kinetische Energie errechnete sich zu 10,8 erg oder 26×10^{-8} cal.

6. In Bestätigung von JOLIVETTE wurde gefunden, daß *Pilobolus* bei Bestrahlung von zwei Seiten her seine Sporangien nach beiden Lichtquellen schießt. Die phototropische Einstellung der jungen, noch spitzen Sporangienträger folgt aber dem Resultantengesetz. Nach Fertigstellung des Sporangiums und der Blase setzt das Wachstum wieder ein und ermöglicht eine neue Reaktion, die nun die erwähnte Abweichung vom Resultantengesetz zeigt.

7. Auf Grund des Baues und der Lichtbrechungsverhältnisse wurde versucht, eine Vorstellung zu entwickeln, welche dieses eigentümliche Verhalten erklärt.

Die ausführliche Arbeit erscheint in den Jahrbüchern für wissenschaftliche Botanik.

Hierauf spricht Herr GÜNTHER SCHMID-Halle über das Thema: Zur Oekologie der Luftalgen. Die Mitteilung ist inzwischen im Heft 8 dieses Jahrganges unserer Berichte, S. 518, erschienen.

Hierauf wurde die Sitzung um 13 h 50′ geschlossen.

Der Nachmittag wurde der Besichtigung der Stadt Braunschweig gewidmet. Um 16 h trafen sich die Teilnehmer auf dem Burgplatz am Löwendenkmal und begaben sich zunächst in den Dom, um diesen unter sachverständiger Führung zu besichtigen und einem Konzert beizuwohnen, das von der Stadt Braunschweig zu Ehren der Botanikertagung veranstaltet worden war. Außer Vorträgen auf der mit herrlichen Registern, namentlich einer wunderbaren vox humana ausgestatteten Orgel hörten wir Gesangsvorträge eines gemischten Chores. Hierauf fanden Rundgänge durch die altertümlichen Straßen Braunschweigs statt, wobei die einzelnen Gruppen durch einheimische Künstler und Architekten geführt wurden.

Am Abend folgten die Teilnehmer einer Einladung der Stadt Braunschweig zu einem gemütlichen Beisammensein nach dem Mummehaus, das aber die große Schar der Gäste nicht zu fassen vermochte.

Am folgenden Tage, Donnerstag den 9. Juni, hielt die Deutsche Botanische Gesellschaft zusammen mit der Vereinigung für angewandte Botanik eine gemeinschaftliche Sitzung ab. Wegen des auf eine bestimmte Stunde anberaumten Beginnes der Nachmittagsexkursion und der großen Zahl der für diese letzte Sitzung noch angemeldeten Vorträge mußte die Zeit für die einzelnen Mitteilungen einschließlich der Diskussion auf 20 Minuten festgesetzt und zum Schluß noch weiter gekürzt werden.

Um 9 h 10′ begann die Sitzung unter dem Vorsitz von Herrn G. GASSNER mit einem Vortrage von Herrn LEICK-Greifswald über das verschiedenartige Verhalten der unterseitigen und oberseitigen Stomata desselben Blattes [s. S. (28)].

Herr E. LEICK demonstrierte darauf ein neues Doppelporometer [s. S. (43)].

Es folgte ein Vortrag von Herrn W. BAVENDAMM-Tharandt über das Verhalten des Hausschwammes und anderer holzzerstörender Pilze bei Sauerstoffentzug, Kohlensäureüberschuß und Gerbstoffen gegenüber. Die Abhandlung ist in unseren Berichten, im Heft 6 dieses Jahrganges, S. 357, bereits erschienen.

Darauf sprach Herr F. BRIEGER-Dahlem über Sterilität bei Artbastarden.

Nachdem Herr G. GASSNER den Vorsitz an Herrn O. APPEL-Dahlem abgegeben hatte, sprach er selbst über die Frage der Rostanfälligkeit als ernährungsphysiologisches Problem. Herr GASSNER zeigte an Hand von Versuchspflanzen sowie von farbigen Darstellungen die große Bedeutung der Kohlenstoffernährung der Nährpflanze für die Frage des Zustandekommens von Rost-Infektionen. Die Frage der Kohlenstoff-Ernährung wurde einmal durch Änderung der Belichtungs-Intensität und andererseits durch Änderung des Kohlensäuregehaltes der Luft geprüft. Das Ergebnis läßt sich kurz dahin zusammenfassen, daß nur bei einer ganz bestimmten Kohlenstoff-Ernährung ein optimaler Infektionserfolg zu erzielen ist. Kohlenstoffmangel verlängert die Inkubationsdauer und drückt den Infektionserfolg herab; eine Verbesserung der Kohlenstoffernährung bis zu einem gewissen Grade bedingt eine Verbesserung des Infektionserfolges. Bei Überschreiten dieser Grenze tritt jedoch an Stelle der Verbesserung wiederum ein Zurückgehen der Infektion, das

bei sehr starken Kohlensäuregaben bis zu einer völligen Unterdrückung des Rostauftretens führen kann.

Der ausführliche Vortrag ist in Band IX, Heft 5 der „Zeitschrift für angewandte Botanik" zum Abdruck gelangt.

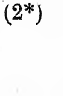
Herr GASSNER übernimmt wieder den Vorsitz und erteilt Herrn K. MOTHES-Halle das Wort zu einem Vortrage über den N-Stoffwechsel der Koniferen. Die Mitteilung ist im Heft 7 dieses Jahrganges unserer Berichte, S. 472, erschienen.

Darauf gibt Herr H. SÖDING-Münster Beiträge zum Ausbau der mikrobiologischen Bodenanalyse. Der Vortrag behandelt einen Teil der inzwischen erschienenen Arbeit: BENECKE, W. und SÖDING, H., 1928. Ztschr. f. Pflanzenernährung, Düngung und Bodenk. A. **10**, 129.

Die mikrobiologische Bodenanalyse hat zum Ziel, mit Hilfe von Mikroorganismen über den Nährstoffvorrat eines Bodens einen Überblick zu gewinnen. Die Versuche wurden in folgender Weise angestellt: Zu Nährlösungen, die alle übrigen Nährstoffe in reichlicher Menge, jedoch kein Kali enthielten, wurden entweder bestimmte KCl-Mengen oder abgewogene Mengen der Böden, die untersucht werden sollten, zugesetzt. Aus der Entwicklung von *Aspergillus niger*, der in den Lösungen kultiviert wurde, konnte nun auf den K-Gehalt der zugegebenen Bodenproben geschlossen werden. Entsprechende Versuche wurden bezüglich des N- und P-Gehaltes der Böden ausgeführt. Der sich nach solchen Versuchen ergebende K-, N- und P-Gehalt der Böden ist geringer als der durch die chemische Analyse angegebene Nährstoffvorrat der Böden. Der Pilz ist also — wie die höhere Pflanze — nicht imstande, die Gesamtmenge der Nährstoffe des Bodens auszunutzen. Ein Vergleich der untersuchten Böden untereinander führte meist zu derselben Reihenfolge nach dem N-, P- und K-Gehalt der Böden wie eine im Institut von Herrn Prof. MITSCHERLICH ausgeführte Untersuchung, doch waren nach dem Pilzversuch die Unterschiede im Nährstoffgehalt geringer als nach MITSCHERLICH. Ähnliche Ergebnisse wie durch *Aspergillus* wurden auch durch *Cladosporium herbarum* und durch die Alge *Stichococcus variabilis* erhalten.

Nun berichtet Herr W. MEVIUS-Münster über die Beeinflussung des Wachstums von *Zea mays* durch Ammoniumsalze unter Berücksichtigung der Reaktion.

Hieran schließt sich ein Vortrag von Herrn H. OPPENHEIMER-SICHRON JAKOB über physiologische Probleme bei der *Citrus*-Anzucht. Die Abhandlung ist in Band X, Heft 1, S. 103, der „Angewandten Botanik" erschienen.



Es folgt eine Mitteilung von Herrn E. HEITZ-Hamburg über parallele Artbildung bei den Antirrhineen.

Die Gattungen der Antirrhineen[1]) (untersucht wurden bis jetzt 33 Arten von *Linaria*, 3 von *Cymbalaria*, 3 von *Chaenorrhinum*, 2 von *Elatinoides*, 2 von *Anarrhinum*, 9 von *Antirrhinum*, 1 von *Asarina*, 7 von *Maurandia*, 9 von *Nemesia*) bilden die Chromosomenzahlen 6, 7, 7 (14), 8, 9, 9, —, —, 12. Es existieren zwei „Gattungspaare", *Linaria-Cymbalaria* und *Antirrhinum-Asarina*, die sich bei verschiedenen Chromosomenzahlen doch jeweils in analoger Weise in diesen unterscheiden. *Linaria* hat 6, *Cymbalaria* 7 und *Antirrhinum* 8, *Asarina* 9 Chromosomen. Zugleich mit dieser analog veränderten Chromosomenzahl ist *Linaria* von *Cymbalaria* in 10 Merkmalen in derselben Weise verschieden wie *Antirrhinum* von *Asarina*. In 6 bis 7 dieser Merkmale verschieden sind auch die Gattungen *Anarrhinum-Galvesia* und *Nemesia-Diclis*. Die Chromosomenzahl von *Anarrhinum* und *Nemesia* ist 9. Zufolge dem Gesagten muß man bei *Galvesia* und *Diclis*, deren Chromosomenzahlen noch nicht bekannt sind, die Zahl 10 erwarten. Dies ist die eine der in der Chromosomenzahlenreihe der Gattungen noch fehlende Zahl. Untersuchungen in dieser Richtung sind im Gange.

Herr B. SCHUSSNIG-Wien berichtet kurz über Homologien zwischen weiblichen und männlichen Organen der Rhodophyceen. Die ausführliche Abhandlung über den Gegenstand erscheint im Archiv für Protistenkunde.

Nach Beendigung der Reihe der Vorträge, bei denen sich die Vortragenden infolge Zeitmangels notgedrungen außerordentlich kurz hatten fassen müssen, wozu der Vorsitzende sie unter Anwendung einer Stoppuhr mit sanftem, aber unbeugsamen Nachdruck gezwungen hatte, folgten noch zwei kurze Demonstrationen, nämlich seitens des Herrn H. OPPENHEIMER, der ein Exemplar der Auferstehungspflanze *Plantago cretica* zeigte, das er aus Palästina mitgebracht hatte, und seitens des Herrn A. NAUMANN-Pillnitz, der eine Tafel über die Erkrankung von *Camellia* durch *Coletrichum* vorwies.

Hierauf schloß Herr GASSNER die Generalversammlung um 12 h 20′.

An die Sitzungen und Verhandlungen der Tagung schlossen sich am Donnerstag, den 9. Juni, und am Freitag bis Sonntag, den 12. Juni, Exkursionen in die engere und weitere Umgebung

---

1) Vgl. die ausführliche Mitteilung in Planta, 1927, IV, 3 S. 392.

Braunschweigs. Der Donnerstag-Nachmittag versammelte die Teilnehmer um 2 Uhr vor dem Botanischen Institut, wo die für die Fahrt bestellten Autobusse warteten. Nach kurzer Fahrt wurde zunächst das dem Botanischen Institut angegliederte Versuchsfeld für Pflanzenbau und Pflanzenschutz in Gliesmarode besichtigt, das zur Durchführung größerer Versuche, insbesondere von Feldversuchen dient und auch weitere Versuchseinrichtungen aufweist, unter denen die Begasungskammer für Frühtreibversuche mit Blausäure hier erwähnt sei. Nach kurzem Verweilen ging es weiter, um unter der sachkundigen Führung von Herrn Förster HOTZE den seinerzeit von HARTIG angelegten Forstgarten zu besuchen. Nach einer Kaffeerast im benachbarten „Grünen Jäger“ brachten die Autos die Teilnehmer nach Destedt. Der Besitzer des Destedter Parkes, Herr Baron V. VELTHEIM erwartete die Gäste bereits und übernahm dann liebenswürdiger Weise die Führung durch seine schöne Sammlung von Exoten und einheimischen Bäumen. Leider fand der Gang durch den Destedter Park einen vorzeitigen Abschluß durch einen wolkenbruchartig niedergehenden Regen. Sobald sich der Himmel etwas aufgeklärt hatte, ging es weiter in den Elm durch das Reitlingtal hinauf zum Tetzelstein. Ein Forstbeamter übernahm die Führung durch das Revier am Tetzelstein, wo für die Dendrologen manches Interessante zu sehen war. Den Abschluß der Exkursion bildete ein kräftiges Abendessen in dem Gasthaus am Tetzelstein, von wo aus abends 9 Uhr die Rückfahrt nach Braunschweig erfolgte.

Am Freitag, den 10. Juni, fuhren sämtliche Teilnehmer der großen Harzexkursionen am frühen Morgen mit einem Sonderzuge in der Richtung Halberstadt von Braunschweig ab. Ein Teil der Exkursionsteilnehmer verließ in Dingelstedt den Zug, während die Mehrzahl bis Eilenstedt weiterfuhr. Die beiden Gruppen der Exkursionen vereinigten sich am nächsten Morgen wieder in Blankenburg, von wo aus die gemeinschaftliche Wanderung auf den Brocken erfolgte.

Die in Dingelstedt aus dem Sonderzug gestiegenen Exkursionsteilnehmer wanderten unter Führung von Herrn F. J. MEYER, Herrn Forstmeister PFEIFFER-Dingelstedt und seinen Beamten durch den botanisch interessanten Huy nach der Huysburg, von wo sie mittags zunächst in Autos und dann mit der Bahn nach Thale gelangten. Von Thale aus ging es unter Führung von Forstbeamten das Bodetal aufwärts bis zum Bodekessel, hierauf zur Roßtrappe und von da in nördlicher Richtung über die Teufelsmauer nach Blankenburg, wo übernachtet wurde.

Die übrigen Exkursionsteilnehmer hatten am Freitag den Sonderzug bis Eilenstedt benutzt, um von hier aus unter Führung der Herren GASSNER und RABIEN die Saatzuchtwirtschaft STRUBE, Schlanstedt, und die Einrichtungen der Firma DIPPE, Quedlinburg, zu besichtigen. In Eilenstedt erwartete ein mit frischem Grün geschmückter kleiner Sonderzug der Firma STRUBE die Exkursionsteilnehmer. Nach der Ankunft in Schlanstedt begrüßte Herr Major VERSTL im Namen der Direktion die Gäste und übernahm mit zwei anderen Herren die Führung durch die Zuchtgärten, Felder und sonstigen Anlagen der Firma. Nach der Besichtigung erwartete Frau ELISABETH STRUBE die Exkursionsteilnehmer zu einem ausgezeichneten Frühstück.

Um 1 Uhr mittags erfolgte in mehreren Autobussen die Weiterfahrt von Schlanstedt nach Quedlinburg. Nach dem Empfang durch die Leitung der Firma DIPPE ging es mit denselben Autos zunächst in die Blumenzuchtfelder, die in ihren bunten Farben einen prächtigen Anblick gewährten. Hieran schloß sich die Besichtigung der in der Stadt Quedlinburg gelegenen Gärten und Gewächshausanlagen sowie der Laboratorien und des Direktions-Gebäudes, wo Herr Direktor KÜHLE die Gäste begrüßte und an Hand eines Filmes die Entwicklung des DIPPEschen Betriebes vorführte. Hierauf folgte ein wissenschaftlicher Vortrag des Saatzuchtleiters Dr. KAPPERT über vererbungstheoretische Probleme der Saatzucht.

Der Abend vereinigte die Exkursionsteilnehmer zu einem Festessen, das in liebenswürdiger Weise von der Firma DIPPE gegeben wurde und mit seinen zahlreichen Überraschungen, insbesondere den Tanzvorführungen von Damen der Quedlinburger Gesellschaft, sämtliche Teilnehmer bis in die frühen Morgenstunden zusammenhielt.

Am Sonnabend, früh um 7 Uhr, brachte ein Sonderzug die Teilnehmer nach Blankenburg, wo sie von denjenigen Exkursionsteilnehmern erwartet wurden, die am Tage vorher über Huy-Thale bereits dort eingetroffen waren. Von Blankenburg ging es über Bast-Michaelstein, bzw. mit der Bahn nach Rübeland und von hier weiter in gemeinsamer Fahrt nach Schierke zur Mittagsrast. Nach dem Essen fand unter Führung von Herrn Oberförster HAEBERLE-Schierke der Aufstieg auf den Brocken auf Wegen statt, die sonst für den Touristenverkehr gesperrt sind. Der Aufstieg erfolgte quer durch das Brockenmoor. Für manche Unbequemlichkeiten des Weges wurden die Teilnehmer durch das Gesehene reichlich entschädigt. Die Ankunft auf dem Brocken erfolgte so recht-

zeitig, daß die Besichtigung des auf dem Brocken angelegten Alpengartens unter Führung von Herrn G. SCHELLENBERG noch am gleichen Abend vorgenommen werden konnte. Der Abend sah dann sämtliche Exkursionsteilnehmer noch einmal zusammen im großen Festsaal des Brocken-Hotels.

Der Abstieg vom Brocken erfolgte am Sonntag, zunächst in dichtem Nebel. Erst nach einigen Stunden Wanderung besserte sich das Wetter. Die Führung hatten Herren der Fürstlich Stolberg-Wernigerödischen Forstverwaltung übernommen. Der Weg ging zunächst über das Brockenbett nach der Steinernen Renne zu einer kurzen Frühstücksrast im Gasthaus „Steinerne Renne“, von hier aus unter Führung anderer Forstbeamten durch das Tal der Holtemme über den Kl. Birkenkopf und den Hurlheiskopf nach Wernigerode, wo die Teilnehmer etwa um 1 Uhr eintrafen. An der weiteren Exkursion von Wernigerode nach Christianental in Nöschenrode beteiligten sich nicht mehr alle Exkursionsteilnehmer, weil die meisten bereits den Mittagszug von Wernigerode zur Heimkehr benutzten. Die Zurückgebliebenen unternahmen unter Führung von Herrn Oberförster SCHMIDT einen ausgedehnten und sehr interessanten Spaziergang durch den Schloßpark und den Fürstlichen Lustgarten in Nöschenrode und traten am späten Abend die Heimreise an.

In die Anwesenheitsliste hatten sich folgende Mitglieder eingetragen:

APPEL, O. (Berlin-Dahlem).
BÄSECKE, P. (Braunschweig).
BAVENDAMM, W. (Tharandt).
BEGER, H. (Berlin).
BEHRENS, J. (Hildesheim).
BEHRISCH, R. (Göttingen).
BENECKE, W. (Münster).
BOAS, F. (Weihenstephan).
BONRATH, W. (Leverkusen).
BRAUNER, L. (Jena).
BREDEMANN, G. (Hamburg).
BRIEGER, F. (Berlin-Dahlem).
CLAUS, G. (Weihenstephan).
CLAUSSEN, P. (Marburg).
CUNZE, R. (Braunschweig).
DAHM, P. (Bonn).
DELITSCH, H. (Chemnitz).
DRUDE, O. (Dresden).
DULTZ, A. (München).
ESDORN, I. (Hamburg).
FARENHOLTZ, H. (Bremen).
FALCK, R. (Hann.-Münden).
FEDDE, F. (Berlin-Dahlem).
FISCHER, HUGO (Berlin).
FITTING, J. (Bonn).
FLIEG, O. (Ludwigshafen).
FRICKE, G. (Braunschweig).
FUNK, G. (Gießen).
GÄUMANN, E. A. (Zürich).
GASSNER, G. (Braunschweig).
GEHRING, A. (Braunschweig).
GLEISBERG, W. (Ketzin a. Havel).
GRADMANN, H. (Erlangen).
HANNIG, E. (Münster).

HARDER, R. (Stuttgart).
HARTSEMA, A. M. (Wageningen).
HASPER, E. (Darmstadt).
HASSEBRAUK, K. (Braunschweig).
HEIL, H. (Darmstadt).
HEILBRONN, A. (Münster).
HEITZ, E. (Hamburg).
HERRIG, F. (Berlin).
HESSE, O. (Braunschweig).
HOFFMANN, C. (Kiel).
HOPMANN, O. (Münster).
HUTH, E. (Berlin).
JAHN, E. (Hann.-Münden).
JARETZKY, R. (Kiel).
JUEL, H. O. (Upsala).
KJELLBERG, G. (Lidköping).
KLEBAHN, H. (Hamburg).
KNOLL, F. (Prag).
KOLBE, R. W. (Berlin).
KOLKWITZ, R. (Berlin-Steglitz).
KOERNICKE, M. (Bonn).
KRÄUSEL, R. (Frankfurt a. M.).
KRUMBHOLZ, G. (Geisenheim).
KUDO, Y. (Taihoku).
KURSCHAT, M. (Altona).
LAIBACH, F. (Frankfurt a. M.).
LANGE, S. (Greifswald).
LEICK, E. (Greifswald).
LEICK, M. (Greifswald).
LEISERING, B. (Berlin).
LIESE, J. (Eberswalde).
LINDENBEIN, W. (Kiel).
LOSCH, H. (Ludwigshafen).
LUDWIG, O. (Göttingen).
MERKENSCHLAGER, F. (Berlin-Dahlem).
MEVIUS, W. (Münster).
MEYER, F. J. (Braunschweig).
MIEHE, H. (Berlin).
MILDBRAED, J. (Berlin-Dahlem).
MOTHES, K. (Halle).
MÜLLER, CL. (Berlin).
MÜLLER, K. O. (Berlin-Dahlem).
MÜNCH, E. (Tharandt).
NAUMANN, A. (Pillnitz).
NIETHAMMER, A. (Prag).
NOACK, K. L. (Eberswalde).
OPPENHEIMER, H. (Sichron Jakob).
PETERS, TH. (Braunschweig).
PETERSEN, K. (Lübeck).
PFEIFFER, H. (Bremen).
PIESCHEL, E. (Dresden).
PIRSCHLE, K. (Ludwigshafen).
POTTHOFF, H. (Marburg).
PRINGSHEIM, E. G. (Prag).
QUEDNOW, K. (Braunschweig).
RABIEN, H. (Braunschweig).
REGEL, C. (Kowno).
REINSCH, J. (Dresden).
RENNER, O. (Jena).
RIEDE, W. (Bonn).
RIPPEL, A. (Göttingen).
ROBERG, M. (Münster).
ROSS, H. (München).
RÜBEL, E. (Zürich).
SANDT, W. (München).
SCHEIBE, A. (Berlin-Dahlem).
SCHELLENBERG, G. (Göttingen).
SCHILLING, E. (Sorau).
SCHMID, G. (Halle).
SCHMIDT, E. W. (Klein-Wanzleben).
SCHNEIDER, F. (Klein-Wanzleben).
SCHÖNLAND, S. (Grahamstown).
SCHOUTE, J. C. (Groningen).
SCHÜRHOFF, P. N. (Berlin).
SCHUSSNIG, B. (Wien).
SCHWARZ, W. (Frankfurt a. M.).
SCHWEMMLE, J. (Tübingen).
SEIFERT, F. (Vacha).
SEYBOLD, A. (Würzburg).
SIERP, H. (München).
SIMON, S. V. (Bonn).

VAN SLOGTEREN, E. (Lisse, Holland).
SNELL, K. (Berlin-Dahlem).
SÖDING, H. (Münster).
SONDER, Ch. (Oldesloe).
SPOHR, E. (Dorpat).
STAPP, C. (Berlin-Steglitz).
STAUDERMANN, W. (Höchst a. M.).
STEINECKE, F. (Königsberg).
STOCKER, O. (Bremerhaven).
TIEGS, E. (Berlin-Dahlem).
TOBLER, F. (Dresden).
TOBLER, G. (Dresden).
WEBER, U. (Würzburg).
WEHMER, C. (Hannover).
WERTH, E. (Berlin-Wilmersdorf).
WINKELMANN, A. (Bln.-Dahlem).
WOLLENWEBER, H. W. (Berlin-Dahlem).
WYNEKEN, K. (Leer).
ZIMMERMANN, A. (Berlin-Zehlendorf).
ZIMMERMANN, W. (Tübingen).

Als Gäste nahmen an den Verhandlungen teil folgende Damen und Herren: APPEL, G. O. (Gießen); BECKER (Kirchmöser); BRAUN (Berlin-Dahlem); BREDEMANN, Frau (Hamburg); BREVES, E. (Braunschweig); BUISMAN (Baarn); EXT (Dessau); FALCK, Frau O. (H.-Münden); FISCHER, W. (Göttingen); FUNK, Frau H. (Gießen); GEBENSLEBEN (Braunschweig); GILDEMEISTER (Goslar); GLEISBERG, Frau (Ketzin a. H.); GÜNTHER (Steglitz); HAHNE, A. (Prag); HAMANN (Greiz); HEIL, Frau J. (Darmstadt); HEILBRONN, Frau M. (Münster); HENHULT (Münster); HERRIG, Frau (Berlin); KACZMAREK, A. (Münster i. W.); KATZ (Karlsruhe); KAYSER (Hamburg); KERN, H. (Budapest); KERN, Frau (Budapest); KOLTERMANN (Stettin); LANGE, MARA (Greifswald); LUHMANN (Braunschweig); MAHNER, A. (Prag); MAHNER, R. (Prag); MEYER-BOLIN (Mainz); MÜLLER, W. (Derneburg); MUNKELT (Braunschweig); PFEIFFER, Frau (Bremen); POTTHOFF, Frau C. (Marburg); QUANJER (Wageningen); ROHWEDER (Bernburg); ROESLER (Berlin); ROTHE (Stade); RUDORF (Halle); SANDT, Frau (München); SCHUSTER (Berlin); SENF (Ebstorf); SLATMANN (Münster); STEINDORFF (Höchst a. M); STOCKER, Frau ELIS. (Bremerhaven); STOLLEY, E. (Braunschweig); STOLLEY, I. (Braunschweig); TIEGS, Frau (Berlin-Dahlem); WAGNER, H. (Ludwigshafen/Rh.); WARTENBERG (Münster); WERNECK (Linz); WESTERDIJK (Baarn); WIEHE (Braunschweig); WILLKE (Braunschweig).

G. GASSNER,
Präsident.

B. LEISERING,
Schriftführer.

Rechnungsablage für das Jahr 1926 (in Reichsmark).

Schlußrechnung am 31. Dezember 1926.

Vermögen	RM.	Lasten	RM.
Postscheck-Bestand	507,13	Übertrag, Beitrag für 1927	2 114,94
Kasse-Bestand	312,86	Übertrag, Heft 9, 10 und G.-V.-H. (Bd. 44)	3 585,06
Bank-Bestand	4 183,—	Übertrag, Wertpapiere 1926	2 079,50
Sorten-Bestand	7 999,23	Debitoren	3 792,—
Wertpapiere-Bestand	3 625,90	Rücklagen	3 510,22
		Rücklagen	1 546,40
	16 628,12		16 628,12

Gewinn- und Verlustrechnung am 31. Dezember 1926.

Soll	RM.	Haben	RM.
Berichte	8 191,51	Beitrag	24 372,11
Verwaltung	3 171,42	Wertpapiere (Kursgewinn)	1 546,40
Verschiedenes	6,96		
Übertrag, Beitrag für 1927	2 114,94		
Übertrag, Heft 9, 10 und G.-V.-H. (Bd. 44)	3 585,06		
Debitoren	3 792,—		
Rücklagen	3 510,22		
Rücklagen	1 546,40		
	25 918,51		25 918,51

Sonstiges.

Bestand an Lagerbänden der Berichte	5 000,— RM.
Inventar, 1570,— RM. — 314,— RM. (20 %) =	1 256,— „
Stiftung für das KÖHLREUTER-Denkmal (Wertpapiere)	39,75 „
RUDOLF-MARLOTH-Stiftung (Wertpapiere)	80,85 „
KARL-HEINZ-THOST-Stiftung (Wertpapiere)	90,75 „

Berlin-Dahlem, den 22. Mai 1927.

Der Schatzmeister:
(gez.) E. TIEGS.

Geprüft und richtig befunden:

Berlin-Dahlem, den 25. Mai 1927.

(gez.) R. KOLKWITZ. (gez.) R. W. KOLBE.

Voranschlag für das Jahr 1927 (in Reichsmark).

Einnahmen	RM.	Ausgaben	RM.
Mitgliederbeiträge, Druckmehrkosten, Sonderdrucke, Abbildungen usw.	18 000,—	Berichte	15 000,—
Berichte	6 000,—	Berichte, Versand	2 400,—
Anzeigen	1 800,—	Vergütungen, Hilfeleistungen	1 600,—
		Drucksachen, Formulare	900,—
		Bürobedarf	700,—
		Porto für Schriftwechsel	500,—
		Verschiedenes	1 690,78
		Eiserner Fonds gemäß § 32 der Geschäftsordnung	1 374,10
		Unvorhergesehenes	635,12
		Einrichtung	1 000,—
	25 800,—		25 800,—

Berlin-Dahlem, den 22. Mai 1927.

Der Schatzmeister:
(gez.) E. Tiegs.

Geprüft und richtig befunden:

Berlin-Dahlem, den 25. Mai 1927.

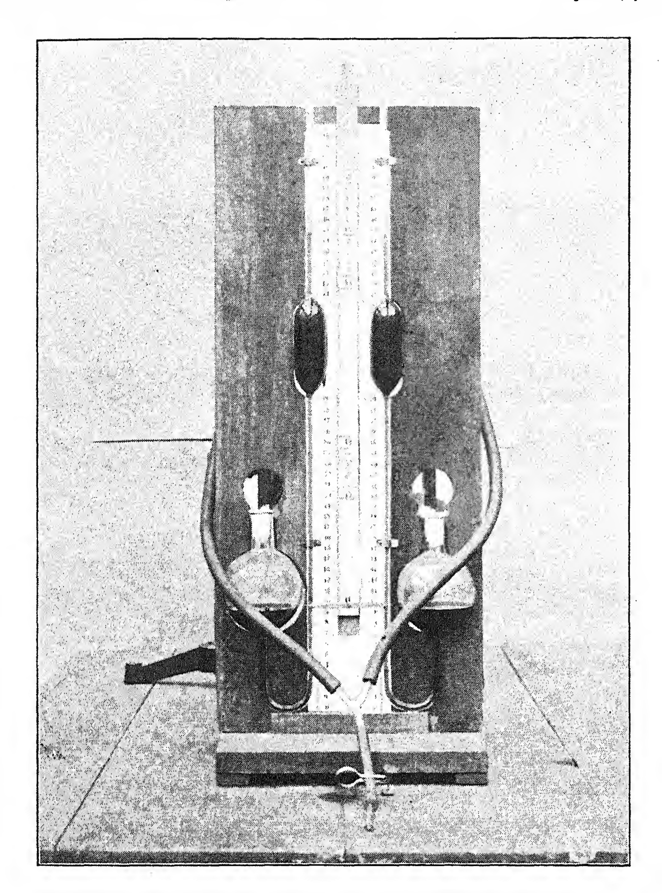
(gez.) R. Kolkwitz. (gez.) R. W. Kolbe

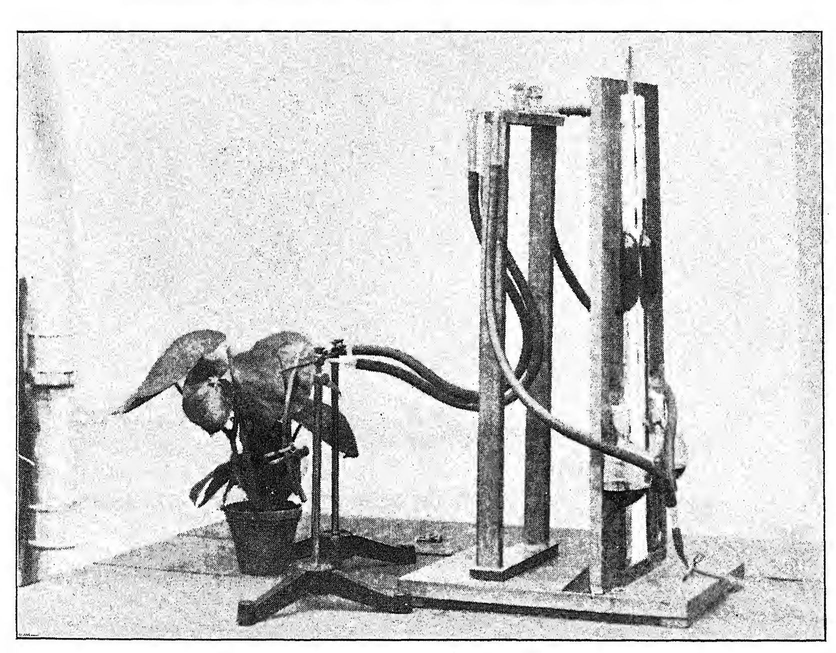
Mitteilungen.

(I.) Erich Leick: Über das verschiedenartige Verhalten der unterseitigen und oberseitigen Stomata desselben Blattes.

Die klassischen Untersuchungen SIMON SCHWENDENERs über den Mechanismus der stomatalen Bewegungen haben zur Folge gehabt, daß man sich lange Zeit nicht von der Vorstellung frei machen konnte, es handle sich bei diesen Bewegungen um einen bloßen Automatismus. Heute wissen wir, daß die Öffnungs- und Schließvorgänge der Spalten als Reizerscheinungen anzusprechen sind. Zahlreiche neuere Untersuchungen, so besonders diejenigen von J. V. G. LOFTFIELD (1), haben uns darüber belehrt, daß das lichtphysiologische Verhalten der Stomata je nach der Pflanzenart recht verschieden sein kann, ja daß sich in dieser Beziehung geradezu eine Anzahl von Typen unterscheiden läßt (Sumpfpflanzen-Typ, Kartoffel-Typ, Luzerne-Typ, Getreide-Typ, *Opuntia-versicolor*-Typ).

Unter diesen Umständen ist die Frage berechtigt, ob nicht auch schon die auf der Ober- und Unterseite desselben Blattes lokalisierten Spalten in ihrer Lichtreaktion different sind. Dieser Frage habe ich seit mehreren Jahren meine Aufmerksamkeit zugewandt und sie durch zahlreiche Experimente der Lösung näher zu bringen versucht. An Andeutungen in der genannten Richtung hat es übrigens in der Literatur nicht gefehlt. Ich erinnere daran, daß schon FR. DARWIN (2) bei seinen Messungen mit Hilfe des Hornhygroskopes zu der Vermutung kam, die oberseitigen Spalten könnten lichtempfindlicher sein als die unterseitigen. Ferner hat 1915 W. RUHLAND (3) bei seinen Untersuchungen über die „Hautdrüsen der Plumbaginaceen" die Erfahrung gemacht, daß sich die Unterschiede im stomatalen Zustande beider Blattseiten nicht immer durch den graduell verschiedenen Lichtgenuß erklären ließen, sondern daß eine Ungleichheit in der Lichtreaktion anzunehmen sei. J. V. G. LOFTFIELD hingegen, der auch gewisse Abweichungen im Öffnungszustande der oberseitigen und unterseitigen Blattspalten fand, möchte für sie lediglich das verschiedene Lichtklima verantwortlich machen, dem beide ausgesetzt sind. Schließlich hat auch M. DIETRICH (4) in ihrer





Arbeit über die „Transpiration von Schatten- und Sonnenpflanzen“ darauf hingewiesen, daß bei *Asarum europaeum* auffällige stomatale Gegensätze zwischen Blattoberseite und Unterseite beständen.

Ich wende mich nunmehr dem kurzen Berichte über die wichtigsten von mir erzielten Versuchsergebnisse zu, von denen bisher erst ein Teil zur Veröffentlichung gelangt ist (5). Zunächst muß ich aber noch einige Worte über das Vorkommen amphistomatischer Blätter im allgemeinen und über die von mir angewandten Untersuchungsmethoden sagen.

Nach der Behauptung von S. KARELTSCHIKOFF (6) besitzen so gut wie alle Blätter neben den unterseitigen auch oberseitige Spalten. Das mag richtig sein, wenn man das zufällige Vorhandensein ganz vereinzelter Spalten mit in Betracht zieht. Ich habe mich bemüht, durch zahlreiche eigene Beobachtungen und durch Berücksichtigung der vorhandenen Literaturangaben einen ungefähren statistischen Einblick in das Vorkommen amphistomatischer Blätter zu gewinnen. Setzt man definitorisch fest, daß im Durchschnitt mehr als 2 Spalten pro mm^2 vorhanden sein müssen, um der betreffenden Blattseite überhaupt den Besitz von Spalten zuzuschreiben, so kann man sagen, daß etwa die Hälfte der einheimischen Pflanzenarten durch Amphistomatie ausgezeichnet ist. Es liegt aber auf der Hand, daß für die hier angeschnittene Frage in erster Linie solche Blätter in Betracht kommen, die auf beiden Seiten gleich viele oder doch annähernd gleich viele Spalten besitzen, d. h. also isoamphistomatisch sind. Definiert man, daß Isoamphistomatie dann vorliegt, wenn das Verhältnis der Spaltzahlen O : U zwischen 1 : 0,8 und 1 : 1,2 schwankt, dann ergibt sich, daß die genannte Bedingung nur bei rund $^1/_4$ der amphistomatischen Blätter erfüllt ist (die übrigen sind hypoamphistomatisch oder in seltenen Fällen auch epiamphistomatisch). Berücksichtigt man fernerhin, daß das Vorhandensein von „Gegenspalten“ auf die Durchlüftung des Blattes — und damit auch auf dessen Transpiration — einen großen Einfluß ausübt, dann überrascht die Tatsache, daß man der Amphistomatie bisher so gut wie gar keine Beachtung geschenkt hat. Unter anderem konnte ich feststellen, daß das Eindringen von Infiltrationsflüssigkeiten oft ganz erheblich von dem Öffnungszustande der Gegenspalten abhängig ist. Und wenn es sich nun gar um porometrische Messungen handelt, dann kann man durch Vernachlässigung der Spaltenverteilung zu argen Fehlschlüssen gelangen.

Bezüglich der von mir befolgten Methode der Spaltweitenuntersuchung habe ich folgendes zu sagen: Alle indirekten Meß-

verfahren sind — wie ja bekannt — mit mehr oder weniger großen Fehlerquellen behaftet. Dafür kommt diesen Methoden der Vorzug schneller Anwendbarkeit zu. Führe ich gleichzeitig auf Ober- und Unterseite desselben Blattes eine Kobaltprobe aus, so geben die erhaltenen Rötungseffekte zwar kein sicheres Maß für die tatsächlich vorhandenen Spaltweiten, wohl aber lassen sie — unter der Voraussetzung, daß das Blatt isoamphistomatisch ist, und daß keine starken Gegensätze zwischen dem epidermalen und stomatalen Bau bestehen — das ungefähre Öffnungsverhältnis der beiderseitigen Spalten erkennen. Werden jetzt die gleichen Proben bei veränderten Belichtungsverhältnissen ausgeführt, so kann man leicht einen Eindruck davon gewinnen, ob dieses Öffnungsverhältnis eine wesentliche Verschiebung erfahren hat oder nicht. Finde ich z. B. mittags auf Ober- und Unterseite annähernd die gleichen Rötungseffekte, nachts dagegen oben keine, unten eine nur wenig verminderte Rötung, so darf ich daraus folgern, daß die Verdunkelung auf die oberseitigen Spalten eine andere Wirkung ausgeübt hat als auf die unterseitigen. Zur Ausführung orientierender Versuche schien mir daher die genannte Methode hinreichend zuverlässig zu sein. Ich bemühte mich, die Kobaltprobe dadurch zu präzisieren, daß ich mir genau normierte Papiere herstellte, etwa so, wie es schon B. E. LIVINGSTON und E. B. SHREVE (7) getan hatten. Mein Verfahren war aber wesentlich einfacher und bestand in der Hauptsache darin, daß eine bestimmte Filtersorte (Papier für Schnellfiltration Nr. 617 von Macheray, Nagel u. Co., Düren) mit einer bestimmten Zahl von Tropfen (Tropfflasche!) einer 5 %igen Kobaltchlorürlösung getränkt wurde; die Zahl der Tropfen wurde nach der Anzahl der cm^2 bestimmt (K.-P.$^{1}/_{2}$; K.-P.$^{1}/_{3}$ usf.). Auf Einzelheiten brauche ich nicht näher einzugehen, da mein Verfahren inzwischen ausführlich beschrieben worden ist (5). Die Auswertung der Rötungseffekte geschah in verschiedener Weise:

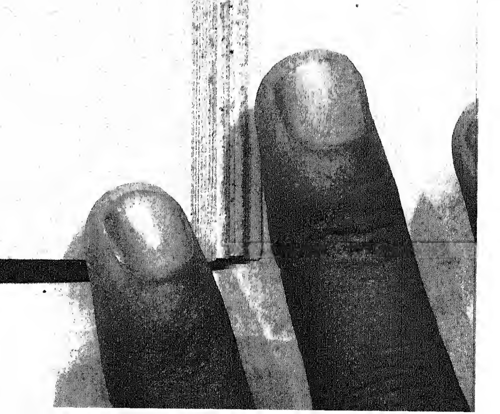
1. Feststellung der Rötungszeiten. Es wurde mit der Stoppuhr die Zeit in Sekunden gemessen, die erforderlich war, um auf der ganzen Blattfläche Vollrötung (festgelegter Farbton) zu erzielen. Dieses Verfahren hat den Vorzug einer guten Vergleichbarkeit der erhaltenen Zahlen, aber auch den Nachteil, bei langer Dauer der Kobaltprobe unzuverlässig zu werden, und obendrein der Ungleichmäßigkeit der Rötung verschiedener Blattpartien keine Rechnung zu tragen.

2. Feststellung des Rötungsgrades nach einer bestimmten Expositionszeit. Hierbei wurden auf die in einem Kopierrahmen liegenden ober- und unterseitigen Glasplatten die Rötungsfiguren

direkt mit Tinte aufgezeichnet; die Vollrötung wurde als III, die ganz schwache Rötung als I und eine mittlere Rötungsstufe als II bewertet. Zu den genannten Rötungsgraden fügte ich Indices hinzu, die den jedesmaligen Flächenanteil in Zehnteln der Gesamtfläche des Blattes zum Ausdruck brachten. Also: III_{10} = Vollrötung des ganzen Blattes; $III_5 + II_5$ = Blatt halb intensiv, halb mittelstark gerötet usf.

Um einerseits Sicherheit dafür zu erlangen, daß die Rötungszeiten bzw. die Rötungsgrade wenigstens in einer gewissen Annäherung die Schwankungen der Spaltenaperturen widerspiegeln, und um andererseits ein wirklich zuverlässiges Bild von dem Verhalten der Stomata verschiedenen Lichtintensitäten gegenüber zu gewinnen, ging ich im weiteren Verlaufe meiner Untersuchungen dazu über, direkte Messungen der Spaltweiten vorzunehmen. Sind an sich derartige Feststellungen am lebenden Objekt — wie sie etwa F. G. KOHL, K. LINSBAUER, J. GRAY, J. V. G. LOFTFIELD, M. NIKOLIČ und N. JOHANNSSON ausgeführt haben — auch am meisten wünschenswert, so stehen ihnen doch andererseits erhebliche Bedenken entgegen: mag man mit auffallendem Lichte — etwa VONWILLERschem Spaltopakilluminator — oder auch mit durchfallendem Lichte arbeiten, immer wird sich die Beobachtung auf wenige Augenblicke beschränken müssen, da die intensive Belichtung sehr schnell eine Änderung der Spaltweiten nach sich zieht. Bei der bekannten Tatsache, daß durchaus nicht alle Stomata einer Blattfläche den gleichen Öffnungsgrad aufweisen, kommt es aber gerade darauf an, einen zuverlässigen Durchschnittswert zu erhalten. Das ist aber nur durch Ausdehnung der Messung auf zahlreiche Spaltöffnungen zu erreichen. Nachdem ich mich also durch Vergleiche überzeugt hatte, daß in absolutem Alkohol fixierte Oberflächenschnitte und Epidermisabzüge die gleichen Resultate ergaben wie die Messungen am lebenden Blatt, ging ich zu der bekannten LLOYDschen Methode (8) über, von der O. RENNER (9) mit Recht sagt, sie sei ebenso brauchbar wie gefährlich.

Auf die Einzelheiten der Ausführung und auf die zahlreichen zu berücksichtigenden Kautelen brauche ich hier nicht einzugehen. Natürlich verlangt jedes Objekt seine besonderen Maßnahmen. Aus zahlreichen Längen- und Breitenmessungen ergab sich dann das Öffnungsareal der D.-Sp. (Durchschnittsspalte), berechnet nach der Ellipsenformel $F = l \cdot b \cdot \frac{\pi}{4}$. Schwierigkeiten entstehen bei starker Schließtendenz der Spalten, da man dann bereits geschlossene und noch mehr oder weniger offene nebeneinander findet. In



solchen Fällen zählte ich stets den Prozentsatz der geschlossenen Spalten aus und brachte ihn bei der Berechnung der Durchschnittswerte in Ansatz. Weiter wurde jedesmal die Summe der auf 1 cm^2 Blattfläche vorhandenen Spaltenareale ermittelt (Sp.-A. pro 1 cm^2). Dabei ergab sich allerdings die Notwendigkeit, an jedem Schnitt bzw. Epidermisabzug die Zahl der unterseitigen und oberseitigen Stomata festzustellen; denn auch bei gleicher Blattgröße können die Schwankungen der Spaltzahlen recht beträchtlich sein. Unter diesen Umständen ist die Gewinnung von Durchschnittszahlen naturgemäß mit einer ziemlich großen Arbeitsleistung verknüpft. Fast stets ermittelte ich gleichzeitig die Rötungszeiten, so daß ich auf diese Weise nicht nur einen Einblick in die Zuverlässigkeit der Kobaltmethode gewann, sondern auch den Einfluß des Mesophylls auf die Wasserdampfabgabe bei gleichen Spaltweiten studieren konnte. Die Versuchsanordnungen waren sehr mannigfaltig; in der Hauptsache wurde in folgenden Richtungen gearbeitet:

a) Verhalten der ober- und unterseitigen Spaltweiten bei sinkender Tageshelle.

b) Verhalten der ober- und unterseitigen Spaltweiten bei künstlicher Verdunkelung von verschiedener Dauer und zu verschiedenen Tageszeiten.

c) Verhalten der ober- und unterseitigen Spaltweiten bei resupinierten bzw. künstlich senkrecht gestellten Blättern.

d) Verhalten der ober- und unterseitigen Spaltweiten, wenn nach langfristiger Verdunkelung wieder normale Belichtung Platz greift.

e) Verhalten der ober- und unterseitigen Spaltweiten bei künstlicher Belichtung von verschiedener Intensität.

f) Verhalten der ober- und unterseitigen Spaltweiten bei künstlicher Dauerbelichtung.

Ich gebe nunmehr eine gedrängte Übersicht über die wichtigsten Ergebnisse, die bei meinen Untersuchungen erzielt wurden.

I. Orientierende Vorversuche.

1. Durchaus nicht alle amphistomatischen Blätter sind durch ein verschiedenes lichtphysiologisches Verhalten ihrer unter- und oberseitigen Stomata ausgezeichnet.

2. Da, wo ausgeprägte Unterschiede zutage treten, pflegt die Spaltenverteilung der Isoamphistomatie mehr oder weniger nahe zu kommen. Es gibt aber auch isoamphistomatische Blätter, die beiderseits völlig gleich reagieren.

3. Hinsichtlich der zwischen Ober- und Unterseite bestehenden lichtphysiologischen Gegensätze sind sowohl bei Monokotylen wie bei Dikotylen die mannigfachsten Abstufungen möglich, so daß sich gewissermaßen Übergangsreihen zwischen völliger Gleichartigkeit und ausgesprochener Gegensätzlichkeit aufstellen lassen.

4. Wenn Unterschiede zwischen dem Verhalten der ober- und unterseitigen Spalten vorhanden sind, dann tritt in der Regel bei den oberseitigen die Öffnungstendenz innerhalb eines viel geringeren Lichtintervalls als bei den unterseitigen zutage: beim Hellwerden öffnen sich die oberseitigen später und beim Dunkelwerden schließen sie sich früher. Nur in ganz vereinzelten Fällen scheint eine entgegengesetzte lichtphysiologische Abstimmung vorzukommen.

5. Wie aus dem Gesagten hervorgeht, ist den oberseitigen Stomata gewissermaßen eine Zusatzwirkung zuzuschreiben, die nur für besonders günstige Belichtungsverhältnisse in Betracht kommt.

6. Die bei beginnender Dunkelheit oft nur langsam fortschreitende Schließtendenz der unterseitigen Spalten darf nicht zu der Annahme verleiten, daß diese durch eine allgemeine Reaktionsträgheit gegenüber Lichtreizen ausgezeichnet seien. Vielmehr ist zu sagen, daß bei den unterseitigen Spalten in der Regel die Öffnungstendenz überwiegt, indem sie sich schon in ganz schwachem Lichte öffnen und erst bei längerer Verdunkelung teilweise oder ganz schließen.

7. Die Gegensätze zwischen dem stomatalen Verhalten können so stark ausgeprägt sein, daß die beiden Blattseiten geradezu zwei verschiedene LOFTFIELDsche Typen repräsentieren: etwa Oberseite Getreide-Typ, Unterseite Kartoffel- oder Sumpfpflanzen-Typ.

II. Versuche mit den Blättern von *Galanthus nivalis*.
(Spaltzahlen O : U = 21 : 36 = 1 : 1,7.)

1. In den Mittagsstunden erhält man — wenigstens bei diffuser Belichtung — auf Ober- und Unterseite ungefähr gleich starke Rötungen; am Nachmittag eilt die Reaktion der Unterseite immer mehr voraus. Abends zeigt sich nur noch unterseits ein Rötung, die aber mehr oder weniger abgeschwächt erscheint. Bei trübem Wetter erfolgt der Rötungsabfall der Oberseite besonders schnell. Auch durch Trockenheit des Bodens wird der Rückgang der Reaktion beschleunigt. Im Gegensatz dazu ist die Luftfeuchtigkeit nur von geringem Einfluß auf den Rötungseffekt.

2. In den Mittagsstunden verhalten sich besonnte und beschattete Blätter verschieden. Der Rötungserfolg der Oberseite ist bei den

Sonnenblättern geringer als bei den Schattenblättern. Die Rötung der Unterseite geht bei den Sonnenblättern nicht oder erst nach lang andauernder Bestrahlung zurück. Werden Sonnenblätter in resupinierte Lage gebracht, so steigen in der Regel beiderseits die Rötungsintensitäten an. Daraus ergibt sich die Folgerung, daß die Oberseite auf optimalen, die Unterseite auf maximalen Lichtgenuß eingestellt ist.

3. An dem *Galanthus*-Blatt zeigen sich zonale Unterschiede im Rötungserfolge. Stärkste Rötung stellt sich oberseits nur in der Nähe der Spitze ein, unterseits dagegen in einer wesentlich breiteren Zone. Mit der Annäherung an die Blattbasis tritt ein deutlicher Abfall der Reaktion ein.

4. Verdunkelung ruft beiderseits einen Rückgang der Spaltenaperturen hervor. Dieser wirkt sich jedoch oberseits viel schneller und stärker aus als unterseits. Auf der Oberseite ist die Rötung oft schon nach halbstündiger Verdunkelungsdauer verschwunden. Die Wirkung des Lichtentzuges scheint nicht davon abzuhängen, ob im vorangehenden Zeitabschnitte eine Schließ- oder Öffnungstendenz vorwaltete. — Die unterseitige Rötungsabnahme erfolgt sehr ungleich, immer aber viel langsamer als die oberseitige. Selbst nach 7 Dunkeltagen konnte noch eine ganz schwache unterseitige Reaktion festgestellt werden. Nach 14tägiger Verdunkelung blieb beiderseits die Reaktion völlig aus. — Abgeschnittene, nicht in Wasser stehende Blätter verlieren ihre Reaktionsfähigkeit wesentlich schneller. Es zeigt sich aber auch bei ihnen ein starker Vorsprung der oberen gegenüber der unteren Seite.

5. Beim Übergang von dunkel zu hell stellte sich die Rötungsreaktion bei den unterseitigen Spaltöffnungen wesentlich schneller wieder ein als bei den oberseitigen. Je länger die Verdunkelung währte, um so langsamer kehrte die normale Reaktion zurück. Nach einer Verdunkelungsdauer von 7 Tagen wies die Oberseite selbst nach 3stündiger Helligkeit noch keine normale Rötung auf; nach 4wöchentlicher Verdunkelung waren sogar mindestens 2 Tage erforderlich, um oberseits den Normalzustand wiederherzustellen. Unterseits dagegen sind zur Erreichung des gleichen Zieles wesentlich kürzere Zeiten erforderlich. Das tritt besonders deutlich zutage, wenn sich das Blatt bei Wiederherstellung der normalen Belichtung in resupinierter Lage befindet.

6. Künstliche Belichtung ruft auch dann auf der Unterseite eine kräftigere Reaktion als auf der Oberseite hervor, wenn nur die letztgenannte vom Lichte getroffen wird.

III. Versuche mit den Blättern von *Isatis tinctoria*.
(Spaltzahlen O : U = 224 : 310 = 1 : 1,38.)

Das stomatale Verhalten der *Isatis*-Blätter stimmte in vielen Punkten mit demjenigen der *Galanthus*-Blätter überein. Auch hier wieder überwog auf der Oberseite die Schließtendenz, auf der Unterseite dagegen die Öffnungstendenz. Dementsprechend zeigten sich — abgesehen von der hellsten Tageszeit — mehr oder minder erhebliche Differenzen zwischen den beiderseitigen Rötungsreaktionen. Da an diesem Objekte gleichzeitig auch genaue Messungen der Spaltweiten an Oberflächenschnitten und Epidermisabzügen vorgenommen wurden, so war hier die Möglichkeit geboten, die tatsächlichen Öffnungsareale (Gesamtareal der offenen Spalten pro 1 cm^2 Blattfläche) mit den erhaltenen Rötungszeiten zu vergleichen. Dabei ergaben sich zwei wichtige Tatsachen:

1. Die Unterschiede der unter- und oberseitigen Rötungseffekte (bzw. Rötungszeiten) geben nur ein abgeschwächtes Bild der tatsächlich im Öffnungszustande vorhandenen Gegensätze. Das hat seine Ursache darin, daß nur bei nicht zu differenten Spaltweiten die Rötungszeiten diesen annähernd umgekehrt-proportional sind, nicht aber bei stark verengten oder stark erweiterten Spalten.

2. Auch wenn die beiderseits erzielten Rötungszeiten ungefähr die gleichen Verhältniszahlen liefern wie die entsprechenden Spaltenareale, so besteht doch zwischen den zu verschiedenen Zeiten und unter verschiedenen äußeren Bedingungen gemessenen Rötungszeiten und den zugehörigen Spaltenarealen überhaupt keine feste Beziehung! An demselben Blatte können sich also trotz genau des gleichen Öffnungszustandes der Stomata bei zeitlich getrennten Messungen ganz verschiedene Rötungseffekte ergeben. Daraus scheint hervorzugehen, daß innerhalb gewisser Grenzen die Öffnungsweiten von der Wasserbilanz des Blattes unabhängig sind. Umgekehrt ausgedrückt: die Wasserdampfabgabe des Blattes ist keineswegs nur von den Spaltweiten, sondern in erheblichem Maße auch von der Wasserversorgung des Mesophylls abhängig.

Ich gehe jetzt dazu über, an Hand einiger herausgegriffener Tabellen das oben Gesagte etwas näher zu erläutern.

Tabelle 1 läßt uns die Wirkung einer kurzfristigen Verdunkelung auf das Blatt von *Isatis tinctoria* erkennen. Ein halbstündiger Lichtentzug genügt, um das oberseitige Spaltenareal (Gesamtfläche aller offenen Spalten pro 1 cm^2) um 93 % zu verringern. Wenn wir später (Tab. 2) hören, daß selbst nach einer Verdunkelung

Tabelle 1.

Isatis tinctoria: Wirkung kurzfristiger Verdunkelung auf die Öffnungsweite der oberseitigen und unterseitigen Stomata. Pflanze im Freien. 2. Juli 1925. 16 Uhr 10 Min. Wetter trüb, kühl und windig. Temp. + 15,0°; R.-F. = 63 %.

Messung der Spaltweiten an fixierten Epidermisabzügen, der Rötungszeiten an normiertem Kobaltpapier (K.-P.½).

Verdunkelungsdauer: 30 Min.

Versuchsanordnung	Oberseite			Unterseite			Sp.-A.	R.-Z.
	D.-Sp.	Sp.-A.	R.-Z.	D.-Sp.	Sp.-A.	R.-Z.	O : U	U : O
Pfl. im Freien; Blatt belichtet.	275	588	150	432	998	85	1 : 1 7	1 : 1,8
Pfl. im Freien; Blatt 30 Min. verdunkelt.	20	43	495	246	568	125	1 : 13,2	1 4 0
Abnahme bzw. Zunahme in %	− 93%	− 93%	+230%	− 43%	− 43%	+ 47%	—	—

D.-Sp. = Durchschnittsspalte in mm² × 10^{-7}; Sp.-A = Spaltenareal pro 1 cm² Blattfläche in mm² × 10^{-3}; R.-Z. = Rötungszeit in Sekunden; O = Oberseite; U = Unterseite.

von 24 Stunden noch 3 % des ursprünglichen Spaltenareals offen sind, so ist damit erwiesen, daß die durch Lichtentzug bedingte oberseitige Schließbewegung anfänglich außerordentlich schnell fortzuschreiten vermag. Demgegenüber ist nach halbstündiger Verdunkelung das unterseitige Spaltenareal nur um 43 % gesunken, besitzt also noch über die Hälfte seines Ausgangswertes. Zieht man die gleichzeitig gemessenen Rötungszeiten in Betracht, so ergibt sich, daß bei einer Schrumpfung des Spaltenareals auf $^1/_{14}$ die Rötungszeit nur etwas mehr als verdreifacht worden ist. Daraus geht hervor, daß die Rötungszeiten von Ober- und Unterseite nur in stark verringertem Maßstabe die Gegensätze der Spaltweiten zum Ausdruck bringen. Dies gilt allerdings nur für den Fall, daß beträchtliche Unterschiede in den beiderseitigen Spaltenarealen vorhanden sind. Dementsprechend stimmen bei dem belichteten Blatte die aus den Spaltenarealen bzw. aus den umgekehrten Rötungszeiten gebildeten Quotienten gut überein (1 : 1,7 und 1 : 1,8), während nach halbstündiger Verdunkelung davon keine Rede mehr ist (1 : 13,2 u. 1 : 4,0).

Wir legen uns jetzt die Fragen vor, welche Wirkungen durch Lichtentzug von verschiedener Dauer erzielt werden. Tabelle 2

gibt uns hierüber Auskunft. Ganz allgemein ist festzustellen, daß der Rückgang der Spaltweiten unterseits stets geringfügiger ist als oberseits, daß aber die bestehende Differenz mit der Fortdauer der Verdunkelung immer geringer wird. Trotzdem sind selbst nach 24stündiger Dunkelheit oben noch 3 %, unten dagegen noch 30 % des im Lichte vorhandenen Spaltenareals offen. Wird nur für

Tabelle 2.

Isatis tinctoria: Einfluß der Verdunkelungsdauer auf den Öffnungszustand der oberseitigen und unterseitigen Stomata.
Messung der Spaltweiten an fixierten Epidermisabzügen.

Versuchsanordn.	Datum Versuchsbeding.	Oberseite		Unterseite		D.-Sp.	Sp.-A.
		D.-Sp.	Sp.-A.	D.-Sp.	Sp.-A.	O : U	O : U
Pfl. im Freien Bl. belichtet:	6. Juli 1925 10 Uhr 50 Min.	376	805	471	1088	1 : 1.3	1 : 1,4
Bl. 1/4 St. verdunkelt:	Wetter trüb u. warm Temp + 21,2°; R.-F. = 64%	124	265	424	979	1 : 3,4	1 : 3,7
	Abnahme in %	67%	67%	10%	10%	—	—
Pfl. im Freien Bl. belichtet:	28. Juni 1925 17 Uhr 30 Min.	377	807	463	970	1 : 1 2	1 : 1,2
Bl. ½ St. verdunkelt:	Wetter sonnig u. windig. Temp. + 18,3°; R.-F. = 65%	42	90	248	573	1 : 5,9	1 : 6,4
	Abnahme in %	89%	89%	46%	41%	—	—
Pfl. im Freien Bl. belichtet:	6. Juli 1925 10^{50}—11^{50}	376	805	471	1088	1 : 1,3	1 : 1,4
Bl. 1 St. verdunkelt:	Wetter trüb u. warm Temp. 21,2°; R.-F. = 54%	49	105	333	769	1 : 6,8	1 : 7,3
	Abnahme in %	87%	87%	29%	29%	—	—
Pfl. im Freien Bl. belichtet:	28. Juni 1925 17 Uhr 30 Min.	377	807	463	970	1 : 1,2	1 : 1,2
Bl. 24 St. verdunkelt:	Wetter sonnig u. windig. Temp. + 18,3°; R.-F. = 65%	11	24	127	293	1 : 11,5	1 : 12,2
	Abnahme in %	97%	97%	73%	70%	—	—

Abkürzungen wie bei Tabelle 1!

$^1/_4$ Stunde das Licht ferngehalten, so ist das obere Öffnungsareal der Spalten auf 33 %, das untere auf 90 % gesunken; nach einer weiteren Viertelstunde betragen die entsprechenden Werte 11 % (oben) und 59 % (unten). Überraschend wirkt ein Vergleich der zuletzt genannten Spaltenareale mit den in der dritten Rubrik der 2. Tabelle angegebenen: obgleich es sich hier um eine Verdunkelungsdauer von 1 Stunde handelt, sind die Spalten trotzdem weiter geöffnet als vorher bei einem halb so langen Lichtentzug (der noch offene Betrag der Spaltenareale macht oben 13 %, unten 71 % aus). Wenn nun auch zuzugeben ist, daß nicht unbeträchtliche individuelle Schwankungen der Blätter vorliegen können, und daß es nicht leicht ist, alle hemmenden oder fördernden Begleitumstände richtig zu erfassen, so muß im vorliegenden Falle doch eine andere Erklärung für diese unter entsprechenden Bedingungen sehr häufig wiederkehrenden Unstimmigkeiten herangezogen werden. Es ist nämlich für den Verdunkelungserfolg nicht gleichgültig, welcher Art die inneren Dispositionen des Blattes im Augenblicke der Versuchsausführung sind. Vormittags, wo bei wachsendem Lichtgenuß beide Blattseiten auf Öffnungstendenz eingestellt sind, übt die Verdunkelung meist einen langsameren Einfluß aus als in den Nachmittagsstunden, wo der sinkende Lichtgenuß bereits eine Schließbewegung induziert hatte. Natürlich muß bei diesem Befunde auch in Betracht gezogen werden, daß die Wasserbilanz des Blattes vormittags in der Regel günstiger ist als nachmittags. Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß nach Unterschreitung eines für die verschiedenen Blätter wechselnden Schwellenwertes der Wassergehalt der Gewebe direkt oder indirekt die Reaktionsweise der Stomata zu beeinflussen vermag.

Um das lichtphysiologische Verhalten der beiderseitigen Spaltöffnungen richtig einzuschätzen, genügt es nicht, nur die Wirkungen des Lichtentzuges zu studieren, sondern man muß auch den Einfluß erneuter Helligkeit nach vorangegangener Verdunkelung in den Kreis der Betrachtung ziehen. Hierzu kann uns Tabelle 3 dienen. Blätter von *Isatis*-Pflanzen, die im Freien mindestens 24 Stunden unter dem Dunkelsturz zugebracht hatten, wurden abgeschnitten, genau senkrecht in ein Gefäß mit Wasser gestellt (neue Schnittfläche unter Wasser!) und in eine parallelwandige feuchte Glaskammer gebracht. In 50 cm Abstand von Ober- und Unterseite des Blattes befand sich außerhalb der feuchten Kammer je eine 500-Watt-Projektionslampe (Osram-Nitra) hinter einem Ferrosulfatfilter (Absorption der Wärmestrahlen!). Die künstliche Belichtung, die beiden Blattseiten in genau der gleichen Stärke zuteil wurde, währte bei den einzelnen

Tabelle 3.

Isatis tinctoria: Wirkung künstlicher Belichtung nach vorangegangener Verdunkelung auf den Öffnungszustand der oberseitigen und unterseitigen Stomata.

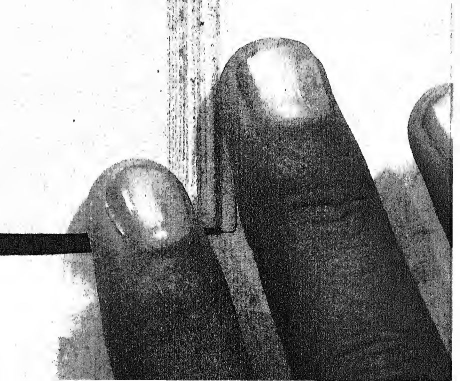
Das belichtete Blatt befand sich in senkrechter Stellung innerhalb einer parallelwandigen feuchten Kammer; es wurde beiderseits mit einer in 50 cm Abstand befindlichen 500-Watt-Projektionslampe (Osram-Nitra) beleuchtet (Einschaltung von Wärmefiltern).

Messung der Spaltweiten an fixierten Epidermisabzügen, der Rötungszeiten an normiertem Kobaltpapier (K.-P.½).

Blatt	D.-Sp.		Sp.-A.		R.-Z.		Sp.-A.	R.-Z.
	O	U	O	U	O	U	O : U	U : O
24 Std. verdunkelt:	35	145	41	281	1020	190	1 : 6,9	1 : 5,4
1 Std. belichtet:	46	218	54	423	910	150	1 : 7,8	1 : 6,1
Zunahme in %	31%	50%	32%	51%	–11%	–21%	—	—
24 Std. verdunkelt:	32	141	36	216	1100	250	1 : 6,0	1 : 4,4
2 Std. belichtet:	53	304	57	465	780	140	1 : 8,2	1 : 5 6
Zunahme in %	66%	116%	58%	115%	–29%	–44%	—	—
24 Std. verdunkelt:	32	152	33	242	1230	300	1 : 7,3	1 : 4,1
3 Std. belichtet:	64	375	65	596.	760	150	1 : 9,3	1 : 5,1
Zunahme in %	100%	147%	97%	146%	–38%	–50%	—	—
29 Std. verdunkelt:	27	135	26	186	1180	350	1 : 7,2	1 : 3,4
5 Std. belichtet:	57	440	56	607	770	140	1 : 10,8	1 : 5,5
Zunahme in %	111%	226%	115%	226%	–35%	–60%	—	—
6 Tage verdunkelt:	5	6	5	10	—	—	1 : 2,0	—
2 Std. belichtet:	17	59	17	97	—	560	1 : 5,7	—
Zunahme in %	240%	883%	240%	870%	—	—	—	—

Abkürzungen wie bei Tabelle 1!

Versuchen verschieden lang. Trotz ihrer rund 2000 Kerzen bot die künstliche Belichtung dem Blatte naturgemäß nur einen Bruchteil der normalen Tageshelligkeit. Das geht deutlich aus folgender Tatsache hervor: ein *Isatis*-Blatt, das an einem sehr trüben und regnerischen Septembertage die Spaltenareale $\frac{348}{786}$ aufwies, war nach 3stündiger künstlicher Belichtung auf $\frac{264}{696}$ zurückgegangen. Wurde das Blatt dagegen vor der 3stündigen Belichtung 24 Stunden lang verdunkelt, so stieg das Spaltenareal nur von $\frac{33}{242}$ auf $\frac{65}{596}$ an.



Darin kommt einmal zum Ausdruck, daß für die jeweilige Spaltenapertur nicht nur der gegenwärtige, sondern oft auch der vorangegangene Belichtungszustand maßgebend ist, zum anderen, daß schon eine verhältnismäßig schwache Lichtspendung, die die oberseitigen Stomata nur zu einer geringen Öffnung veranlaßt, unterseits ein recht beträchtliches Spaltenareal herbeizuführen vermag. Demnach sind die unterseitigen Spaltöffnungen auf einen viel geringeren Lichtgenuß abgestimmt als die oberseitigen. Während das Spaltenareal der Oberseite durch 1-, 2- und 3stündige Belichtung um $^1/_3$, $^1/_2$ und $^1/_1$ seines Anfangswertes gesteigert wurde, geschah das gleiche für das Spaltenareal der Unterseite um $^1/_2$, $^1/_1$ und $1^1/_2$. Offenbar sind also die Spaltweiten nicht nur von der Intensität, sondern — bis zur Erreichung des möglichen Höchstwertes — auch von der Dauer der Belichtung abhängig. Das letztere kommt besonders darin zum Ausdruck, daß ein nach einer bestimmten Belichtungsdauer erzielter Öffnungszustand je nach dem Ausmaße der vorangegangenen Verdunkelung recht verschieden ausfallen kann. Zweistündige Belichtung ergibt nach 1 Tage Dunkelheit die Spaltenareale $\frac{57}{465}$, nach 6 Tagen hingegen nur $\frac{17}{97}$. Man muß also annehmen, daß auch bei *Isatis* — ähnlich wie bei *Galanthus* — durch langfristige Verdunkelung eine starke Herabsetzung der Reaktionsfähigkeit herbeigeführt wird.

Die hier kurz berührten Ergebnisse sind auch aus dem Vergleich der Rötungszeiten zu gewinnen. So nehmen diese bei 1-, 2- und 3stündiger Belichtung oberseits um 11%, 29% und 38%, unterseits um 21%, 44% und 50% ab. Also auch hier wieder kommen die stomatalen Gegensätze nur in starker Abschwächung zum Ausdruck.

Vergleicht man die an demselben Blatte gleichzeitig ermittelten Öffnungsareale und Rötungszeiten miteinander, so weichen diese, solange keine zu beträchtlichen Unterschiede zwischen Ober- und Unterseite bestehen, in den errechneten Verhältniszahlen (O : U bzw. U : O) nur wenig voneinander ab. Ganz anders wird die Sachlage aber, sobald man die entsprechenden, unter verschiedenen äußeren Umständen gewonnenen Werte zueinander in Beziehung setzt. Wie Tabelle 4 erkennen läßt, ist der Rötungseffekt keineswegs nur von dem Spaltenareal, sondern auch von der Wasserbilanz des Blattes abhängig. Die Rötungszeiten, deren Länge durch die bei idealem Gefälle mögliche Wasserdampfabgabe bedingt ist, fallen bei Pflanzen, die sich in guter Wasserversorgung befinden (feuchter Boden, trübes Wetter, hoher Wasserdampfgehalt der Luft), unverhältnismäßig kurz aus. Das tritt besonders deutlich zutage,

Tabelle 4.

Isatis tinctoria: Vergleich der Spaltenareale mit den zugehörigen Rötungszeiten unter verschiedenen Bedingungen.
Messung der Spaltweiten an fixierten Epidermisabzügen, der Rötungszeiten an normiertem Kobaltpapier (K.-P.½).

Versuchsbedingungen	Sp.-A.		R.-Z.		Sp.-A.	R.-Z.
	O	U	O	U	O : U	U : O
28. Juni 1925 17 Uhr 30 Min. Wetter sonnig u. windig. Temp. + 18,3°; R.-F. = 65%.	807	970	175	155	1 : 1,2	1 : 1,1
2. Juli 1925. 16 Uhr 10 Min. Wetter trüb u. feucht. Temp. + 15°; R.-F. = 86%.	588	998	150	85	1 : 1,7	1 : 1,8
24. Juni 1925. 12 Uhr 8 Min. Wetter sonnig u. trocken. Temp. + 16,3°; R.-F. = 63%.	903	1490	180	120	1 : 1 6	1 : 1,5
6. Juli 1925. 10 Uhr 50 Min. Wetter trüb u. warm. Boden feucht. Temp. + 21,2°; R.-F. = 64%.	826	936	120	95	1 : 1,1	1 : 1,2
29. Juni 1925. Bl. seit 24 St. abgeschn., steht in Wasser am sonnig. Westfenster.	526	931	330	210	1 : 1,77	1 : 1,6
2. Juli 1925. 16 Uhr 10 Min. Wetter trüb u. feucht. Temp. + 15°; R.-F. = 86%.	588	998	150	85	1 : 1,7	1 : 1,8

Abkürzungen wie Tabelle 1.

wenn unter verschiedenen äußeren Umständen ungefähr gleiche Spaltenareale vorliegen. In Rubrik 1 der vorstehenden Tabelle weisen die Unterseiten zweier Blätter, die in ihrer Wasserbilanz erheblich voneinander abweichen, ungefähr die gleichen Öffnungsareale auf; trotzdem gehört zu dem einen eine Rötungszeit von 155 Sekunden, zu dem anderen dagegen nur eine solche von 85 Sekunden. Berechnet man in diesem Falle die Verhältniszahlen, so erhält man für die Spaltenareale 1 : 1,03, für die Rötungszeiten dagegen 1 : 1,82. Noch auffälliger liegen die Verhältnisse bei den in Rubrik 2 angeführten Blättern: zu dem oberseitigen Areal von 903 mm^2 ($\times 10^{-3}$) gehört eine um 33 % längere Rötungszeit als zu dem kleineren Areal von 826 mm^2 ($\times 10^{-3}$); unterseits hat sogar das um 37 % größere Areal eine um 26 % längere (statt kürzere!) Rötungszeit ($U : U_1 = 1 : 0{,}6$; $R.\text{-}Z.U_1 : R.\text{-}Z.U = 1 : 1{,}3$). Das letzte

Beispiel (Rubrik 3) schließlich stellt ein seit 24 Stunden abgetrenntes Blatt, dessen Schnittfläche nicht erneuert wurde, und das daher mit einer in steigendem Maße erschwerten Wasseraufnahme zu kämpfen hatte, einem solchen gegenüber, das sich unter günstiger Wasserversorgung an der Pflanze befand. Ober- wie unterseitige Öffnungsareale stimmen ziemlich weitgehend überein. Dessen ungeachtet weist das einer ungünstigen Wasserbilanz ausgesetzte Blatt oberseits eine um 120 %, unterseits sogar eine um 147 % verlängerte Rötungszeit auf. Damit liegt der Einfluß, den das Mesophyll des Blattes unabhängig von den Spaltweiten auszuüben vermag, deutlich zu Tage. Allerdings gilt dieser Sachverhalt zunächst nur für ein sehr starkes Transpirationsgefälle, wie es künstlich durch das aufgelegte Kobaltpapier geschaffen ist. Wieweit sich die geschilderten Verhältnisse bei einer normalen Transpiration auszuwirken vermögen, bedarf noch einer näheren Prüfung.

Literaturnachweis.

1. Loftfield, J. V. G. 1921. Behavior of stomata. Carnegie Inst. Washington. Publ. 314.
2. Darwin, Fr. 1898. Observations on stomata. Phil. Trans. Royal Soc. London. Ser. B. Bd. 190, S. 531—621.
3. Ruhland, W. 1915. Untersuchungen über die Hautdrüsen der Plumbaginaceen. Ein Beitrag zur Biologie der Halophyten. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 55, S. 409—498
4. Dietrich, M. 1925. Die Transpiration der Schatten- und Sonnenpflanzen in ihren Beziehungen zum Standort. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 65, S. 98—194.
5. Leick, E. 1927. Untersuchungen über den Einfluß des Lichtes auf die Öffnungsweite unterseitiger und oberseitiger Stomata desselben Blattes. I. Teil. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 67, S. 771—848.
6. Kareltschikoff, S. 1866. Über die Verteilung der Spaltöffnungen auf den Blättern. Bull. Soc. Imp. d. Naturalistes de Moscou. Nr. 1.
7. Livingston, B. E. and Shreve, E. B. 1913. Improvements in the method for determining the transpiring power of the plant surfaces by hygrometric paper. Plant World. Bd. 19, S. 287 ff.
8. Lloyd, F. E. 1908. The physiologie of stomata. Carnegie Inst. Washington. Publ. 82.
9. Renner, O. 1910. Beiträge zur Physik der Transpiration. Flora. Bd. 100, S. 451—547.

(2.) Erich Leick: Ein neues Universal-Doppel-Porometer.

(Mit Tafel (I) und 1 Abbildung im Text.)

Alle neueren Porometerkonstruktionen gehen auf die von FR. DARWIN und D. F. M. PERTZ (1) 1911 angegebene Apparatur zurück. Es darf aber nicht übersehen werden, daß schon vor dem genannten Zeitpunkte Versuchsanordnungen beschrieben wurden, die auf dem gleichen Prinzip beruhten, nämlich auf der Ausgleichsgeschwindigkeit von Druckdifferenzen zwischen zwei Räumen, die nur durch das Innere eines Laubblattes miteinander in Kommunikation treten konnten. Nachdem H. J. DUTROCHET (2) 1837 den bekannten Durchlüftungsversuch am *Nymphaea*blatt ausgeführt und RAFFENEAU-DELILE (3) 1841[1]) über ähnliche Erfahrungen beim Blatte von *Nelumbo* berichtet hatte, war es naheliegend, durch entsprechende Versuche die Luftwegigkeit verschiedenartiger Blätter zu prüfen. Das geschah mit Hilfe eines sehr einfachen Apparates 1857 durch F. UNGER (4). Blätter und Sproßteile verschiedener Pflanzen (z. B. *Allium fistulosum, Nymphaea alba, Hippuris vulgaris, Lysimachia thyrsiflora, Menyanthes trifoliata)* wurden an dem kürzeren Schenkel eines luftgefüllten U-Rohres befestigt und unter Wasser getaucht. Füllte man in den längeren Schenkel Quecksilber, so traten bei hinreichendem Überdruck Luftblasen an den Blattflächen und Stengeln hervor[2]). Mannigfaltiger waren die von J. SACHS (6) zu dem gleichen Zwecke erdachten Methoden, bei denen die in Luft befindliche Spreite durch ihren Stiel mit einem evakuierten Luftpumpenrezipienten[3]) in Verbindung gesetzt wurde. Während man bis dahin den Druckausgleich stets durch das Aufsteigen von Luftblasen in einer

---

1) Vgl. den Prioritätsstreit zwischen den genannten Forschern in: Annales des sciences nat. 1841. 2. sér. Bd. 16, S. 333—341.

2) Mit der UNGERschen Versuchsanordnung stimmt in wesentlichen Punkten die 1912 von A. DENGLER (5) beschriebene Manometermethode überein, die bei der Untersuchung der Luftwegigkeit von Coniferennadeln gute Dienste leistet.

3) Schon 1832 hatte H. J. DUTROCHET (7) die Luftpumpe benutzt, um bei unter Wasser getauchten Blättern eine mehr oder weniger schnelle Infiltration der Interzellularen hervorzurufen. Dieses Verfahren entspricht genau der von F. W. NEGER (8a u. b) 1912 angegebenen „Evakuierungsmethode". Die heute übliche Prüfung der Spaltweiten durch Infiltration mit verschiedenartigen Flüssigkeiten (vgl. G. HABERLANDT 1894, H. MOLISCH 1912, E. STEIN 1913) hat also hier bereits ihren Ursprung.

Sperrflüssigkeit sichtbar gemacht hatte[1]), ging N. J. C. MÜLLER 1872 (10) dazu über, die durch das Blatt getrennten Räume mit einem Manometer in Verbindung zu setzen. Er benutzte die gemessene Fallgeschwindigkeit der Manometersäule, um aus ihr Rückschlüsse auf den Öffnungszustand der Stomata zu machen. Die von N. J. C. MÜLLER konstruierte und abgebildete Vorrichtung (10, Taf. 5) verdient also durchaus die von FR. DARWIN eingeführte Bezeichnung „Porometer". Der DARWIN-PERTZsche Apparat bot nur insofern etwas Neues, als er den Druckausgleich nicht mehr durch den Blattstiel vor sich gehen ließ, sondern lediglich durch die unmittelbar an der Porometerglocke befestigte Blattfläche. Außerdem wurde eine wesentliche Vereinfachung dadurch erzielt, daß das Manometer gleichzeitig auch zur Erzeugung der Druckdifferenz diente, indem durch Ansaugen die Flüssigkeit im Manometerrohr gehoben wurde. Der in dieser Weise verbesserte Apparat besteht in der Hauptsache aus einem T-Rohr, das mit seinem unteren Ende in ein Gefäß mit gefärbtem Wasser als Sperrflüssigkeit taucht. Mit dem wagerechten Rohrabschnitt ist auf der einen Seite eine Porometerglocke durch ein Schlauchstück verbunden, auf der anderen befindet sich das zum Ansaugen bestimmte Mundstück, das durch einen Quetschhahn verschlossen werden kann[2]). Nähere Mitteilungen über die Dimensionierung der Porometerkammer und die Fallhöhe der Flüssigkeitssäule finden sich in der Originalarbeit nicht. Von dem Querschnitte des T-Rohres ist lediglich gesagt, er sei für gewöhnlich so gewählt worden, daß 1 cm Rohrlänge einem Volumen von 0,1 cm³ entsprochen habe (das bedingt einen lichten Durchmesser des Rohres von rund 3,6 mm). Da nun die Porometerzeit keineswegs nur von dem durchgesaugten Luftvolumen abhängt, sondern auch von der Höhe der Flüssigkeitssäule bei Beginn und Ende der Ablesung, sowie von der Größe der porometrierten Fläche (Öffnungsweite der Glocke), so ist es unausbleiblich, daß verschiedene Beobachter bei genau dem gleichen Objekt und genau dem gleichen Stomatalzustand doch zu völlig abweichenden Resultaten gelangen. Man könnte nun meinen, dieser Umstand sei von geringem Belange, da in der Regel ja doch nur die in einer Beobachtungsreihe gewonnenen Porometerzeiten in Vergleich gesetzt werden. Aber auch das ist nicht zutreffend!

---

1) Vgl. die von J. SACHS (6, S. 252—258) und von W. PFEFFER (9, Bd. 1, S. 178) durch Abbildungen veranschaulichten Versuchsanordnungen.

2) Vgl. die Abbildungen bei FR. DARWIN u. D. F. M. PERTZ (1, S 138) und bei A. BURGERSTEIN (11, Bd. 2, S. 20).

Zwischen den bei verschiedener Höhe des Druckgefälles gewonnenen Porometerzeiten besteht keinerlei Proportionalität, so daß also der gesamte Charakter der erzielten Porometerkurve in hohem Maße von der Dimensionierung des benutzten Apparates abhängig ist. Arbeitet man mit sehr geringen Druckdifferenzen, so fallen bei zeitweilig schlechter Luftwegigkeit der Blätter die Kurven ungemein steil aus; im umgekehrten Falle kommt man zu stark ausgeglichenen Kurven, die die Gegensätze in der Luftpassage nur schwach hervortreten lassen. Obendrein wird die Beobachtung das eine Mal durch die übermäßige Länge der Porometerzeiten, das andere Mal durch deren Kürze sehr erschwert. Dieser Umstand hat — wie aus der einschlägigen Literatur hervorgeht — oft dazu geführt, daß man je nach dem Grade der Luftwegigkeit nicht nur verschiedene Fallhöhen, sondern auch verschieden dimensionierte Porometer in Anwendung brachte. Es lag auf der Hand, daß die hier berührten Gesichtspunkte bei einer Neukonstruktion sorgfältige Berücksichtigung erheischten.

Während viele Forscher Modelle benutzten, die von dem kurz beschriebenen DARWIN-PERTZschen nicht oder doch nicht wesentlich abwichen — ich erinnere an E. STEIN 1913 (12), FR. DARWIN 1915 (13), S. F. TRELEASE und B. E. LIVINGSTON 1916 (14), E. VAN SLOGTEREN 1917 (15), FR. BACHMANN 1922 (16), W. S. ILJIN 1922 (17 a u. b) und E. ŽEMČUŽNIKOV 1922 (18), waren andere bemüht, die Brauchbarkeit des Apparates durch Anbringung von Verbesserungen zu erhöhen.

Auf die Fehlermöglichkeiten, die sich bei der Benutzung des DARWIN-PERTZschen Porometers ergeben, hat besonders R. C. KNIGHT 1916 (19) hingewiesen[1]). Mit Recht betont der genannte Forscher, daß Serienbeobachtungen mit einer dauernd am Blatte befestigten, allseitig geschlossenen Porometerkammer unzulässig seien. Es liegt auf der Hand, daß der über der Sperrflüssigkeit befindliche Luftraum sich nicht nur mit Wasserdampf sättigt, sondern auch im Dunkeln durch die respiratorische Tätigkeit des Blattes eine Anreicherung mit CO_2 erfährt. Das eine wie das andere kann den Öffnungszustand der Spalten in anormaler Weise beeinflussen. R. C. KNIGHT (20) brachte daher einen Dreiwegehahn an seinem Porometer an, mit dessen Hilfe er nach jeder Ablesung die Porometerkammer mit der Außenluft in Verbindung setzen konnte. Zu dem gleichen Zweck versah E. VAN SLOGTEREN

1) Die von R. C. KNIGHT erhobenen Einwendungen sind auch bei A. BURGERSTEIN (11, Bd. 2, S. 21) im einzelnen angeführt.

1917 (15), der zahlreiche sorgfältige Porometermessungen ausführte, seine Porometerkammer mit einem verschließbaren Ansatzrohr[1]).

Von verschiedenen Seiten wurde auch der Versuch unternommen, selbstregistrierende Porometer zu konstruieren. L. W. BALLS (21 a u. b) benutzte bei seinem „Stomatographen“ eine elektrisch angetriebene Luftpumpe, die einen konstanten Luftstrom erzeugte. Die in gewissen Zeitabständen durch das Blatt hindurchgedrückten Luftmengen wurden automatisch registriert. Ähnlich verfuhr W. A. NEILSON JONES (22), der statt der Luftpumpe eine vertikale Quecksilbersäule in Anwendung brachte, deren schnelleres oder langsameres Fallen selbsttätig aufgezeichnet wurde. Bei dem KNIGHTschen „Aspirator-Porometer“ (20, 23, 24) wurde die Luft durch eine Wasserstrahlluftpumpe angesaugt und die Geschwindigkeit des Luftstromes, der jeweilig das Blatt passierte, gemessen. Gegen alle derartigen Apparaturen muß der Einwand erhoben werden, daß sie infolge des völlig anormalen Verhaltens eines dauernd von Luft durchströmten Blattes notwendig zu fehlerhaften Resultaten führen. Schon A. BARTHÉLEMY (25) hatte 1874 darauf hingewiesen, daß ein lange anhaltender negativer Druck im Blatt einen vorzeitigen Schluß der Spaltöffnungen bedingt. Nimmt man — wie es bei meinen Versuchen geschah — unter völlig konstanten Außenverhältnissen zahlreiche Porometermessungen hintereinander vor, so zeigt sich alsbald eine je nach den Umständen schnellere oder langsamere Zunahme der Porometerzeiten. Sehen wir dabei einmal ganz von der direkten und indirekten Beeinflussung des stomatalen Apparates durch den Luftstrom ab, so muß schon allein die schnell abnehmende Turgeszenz des Mesophylls die Luftwegigkeit des Blattes herabsetzen. Unzweifelhaft wird aber auch die Unterschreitung eines gewissen Standardwertes des Wassergehaltes früher oder später nicht ohne Rückwirkung auf den Öffnungszustand der Stomata bleiben. An selbstregistrierende Porometer sind demnach folgende Anforderungen zu stellen:

1. Der Apparat muß intermittierend, und zwar in nicht zu kleinen Abständen, in Tätigkeit treten.
2. Während der Ruhepausen muß stets von neuem die Porometerkammer mit der Außenluft in Verbindung gesetzt werden.

Die Erfüllung der vorstehenden Bedingungen hat naturgemäß eine sehr erhebliche Komplikation der ganzen Apparatur zur Folge.

---

1) Vgl. die Abb. bei E. VAN SLOGTEREN (15, S. 18).

Dieser Umstand war für mich maßgebend, um von vornherein auf eine Selbstregistratur meines Porometers zu verzichten.

Die Gesichtspunkte, die mich bei der Neukonstruktion leiteten, mußten sich aus den Zielen ergeben, denen mein Apparat dienstbar gemacht werden sollte. Es sind hier also zunächst einige Worte über die Verwendbarkeit von Porometermessungen zu sagen. FR. DARWIN und D. F. M. PERTZ glaubten, in der bei einem bestimmten Druckgefälle jeweilig gemessenen Durchströmungsgeschwindigkeit ein direktes Maß für die im gleichen Augenblick herrschende Durchschnittsweite der Spalten zu haben. Eine solche Annahme ist irrig, und zwar aus folgenden Gründen:

1. Das den Spaltöffnungen vorgeschaltete Interzellularensystem des Blattes ist keineswegs zu vernachlässigen, sondern kann einen von Fall zu Fall verschiedenen Einfluß auf die Porometerzeit ausüben. Besonders deutlich tritt das bei den von F. W. NEGER 1912 (8a) erwähnten heterobarischen Blättern zutage. Auf diesen Umstand hat übrigens schon E. VAN SLOGTEREN (15) hingewiesen[1]).

2. Wie aus den Untersuchungen von G. KRAUS (26) und vor allem aus denjenigen von F. BACHMANN (16) hervorgeht, sind die Laubblätter im Verlaufe des Tages prozentual nicht unerheblichen Dickenschwankungen unterworfen. Daraus ergibt sich, daß der Interzellularenfaktor als eine variable Größe zu gelten hat. Die Vermutung, jedem Stomatalzustande sei ein ganz bestimmter Dickenfaktor zugeordnet, trifft bestimmt nicht zu. Ich konnte kürzlich zeigen (27), daß bei gleicher Öffnungsweite der Stomata die Turgeszenz des Mesophylls nicht unerheblich zu differieren vermag.

3. Das Vorhandensein beiderseitiger Stomata ist oft von allergrößter Bedeutung für die Ergebnisse der Porometermessungen. Obgleich die Amphistomatie im Pflanzenreiche weit verbreitet ist (vgl. 27), hat man ihr in der Porometrie niemals hinreichend Rechnung getragen. Wie sehr das aber not täte, ergibt sich aus der Tatsache, daß gerade der Stomatalzustand der nicht porometrierten Blattseite in manchen Fällen einen beherrschenden Einfluß auf die Porometerzeit ausübt. Hier zeigt sich also ganz deutlich, daß die Porometerwerte keineswegs immer einen sicheren Anhalt für die Beurteilung der Spaltweiten gewähren.

4. Da die Zahl der auf 1 mm^2 Blattfläche vorhandenen Stomata nicht nur nach der Herkunft des Blattes, sondern auch nach dessen

1) Er sagt auf S. 6 seiner Arbeit (15): „Voor de kennis van de gaswisseling in een blad is, behalve van het aantal en de grootte der stomata, ook de kennis van de gehele bouw van het blad, en in't biesonder van de ontwickeling van het systeem van intercellulairen van groot belang.“

Alter und nach der Lokalisierung der Porometerkammer recht verschieden sein kann, so wird durch den Porometerwert weniger die Öffnungsweite der Einzelspalte als vielmehr das Öffnungsareal der Spalten pro Flächeneinheit erfaßt.

5. Selbst für den Fall, daß neben dem Stomatalzustande alle übrigen Faktoren von völlig untergeordnetem Belang wären, darf man nur innerhalb geringfügiger Schwankungen eine annähernde Proportionalität zwischen Porometerzeiten und Spaltenaperturen annehmen. Eine Vervielfachung des einen Wertes ist keineswegs von einer entsprechenden Reduktion des anderen begleitet.

Aus alledem geht hervor, daß das Porometer durchaus nicht als Idealinstrument zur Feststellung von Spaltweiten angesprochen werden kann. Zieht man allerdings die große Unzuverlässigkeit aller indirekten Meßmethoden, die uns zu dem gleichen Zwecke zur Verfügung stehen, in Betracht, so kann man dem Porometer trotz aller seiner Mängel kaum eine geringere Bedeutung als der Infiltrationsmethode und sicherlich keine geringere als den verschiedenen Hygroskop- und Kobaltpapiermethoden zuschreiben. Vorbedingung bleibt dabei allerdings, daß man amphistomatische Blätter entweder ganz vermeidet oder sie der Prüfung mit einem Doppelporometer unterwirft, wie es auf den nachfolgenden Seiten beschrieben werden soll.

FR. DARWINs Bestreben, die Porometerzeiten direkt zur Bestimmung der Transpirationsgröße zu verwenden (vgl. 1 u. 28), muß als mißglückt bezeichnet werden. Seine auf das POISEUILLEsche Gesetz gestützte Annahme, die Transpirationsraten seien den Quadratwurzeln der Porometerzeiten proportional, gilt — wie F. BACHMANN (16) überzeugend dargetan hat — höchstens bei ungefähr kreisförmigen Spalten und auch dann nur in grober Annäherung.

Hält man sich hingegen vor Augen, daß die Spaltweiten gar nicht für sich allein die Transpiration und den Gaswechsel beeinflussen, sondern immer nur als ein wesentlicher Faktor der gesamten Luftwegigkeit des Blattes wirksam sind, bedenkt man weiter, daß je nach der Anordnung der Stomata, der Verbindung der Interkostalräume untereinander, der Ausgestaltung der Interzellularen und dem Turgeszenzzustande des Mesophylls die Luftwegigkeit in Längs- und Querrichtung ungemein verschieden sein kann, so kommt man zu dem Resultat, daß diese Größe, die unmittelbar durch die Porometerzeit erfaßt wird, schon an sich von erheblicher Bedeutung für die Beurteilung der Blattökologie sein kann. Schließlich ist auch noch in Betracht zu ziehen,

daß die Luftwegigkeit nicht nur für die Diffusion des Wasserdampfes und der Gase in Frage kommt, sondern auch für die durch Winddruck, Erschütterung und Sogwirkung der Luft hervorgerufene direkte Strömung.

Solche Erwägungen führten mich zu der Überzeugung, daß das Studium der Luftwegigkeit der Blätter in Verbindung mit den gleichzeitig ermittelten Transpirationswerten und den direkt gemessenen Spaltweiten geeignet ist, uns wertvolle ökologische Einsichten zu vermitteln.

In diesem Sinne unternahm ich es, ein Porometer zu konstruieren, das sich in folgenden Punkten von der bisher üblichen Apparatur unterscheidet:

1. Genaue Normierung aller Apparatteile, so daß künftig die an verschiedenen Objekten ermittelten Werte miteinander verglichen werden können.

2. Verwendbarkeit für Untersuchungen bei verschiedenem Druckgefälle (obere Skala 35—30 cm, untere 15—10 cm).

3. Ausübung einer langfristigen Saugwirkung, wie sie nicht nur für Demonstrationszwecke erwünscht ist, sondern auch für den Nachweis der Wirkung eines mehr oder weniger trockenen Luftstromes (bzw. bestimmter Gase!) auf die Luftwegigkeit der Blätter.

4. Möglichkeit, die Blätter nicht nur einseitig, sondern auch doppelseitig an genau einander gegenüberliegenden Stellen gleichzeitig zu porometrieren (Doppelporometer). Diese Einrichtung ist unerläßlich für die Untersuchung amphistomatischer Blätter und für die Feststellung der Quer- und Längswegigkeit.

5. Benutzung des KNIGHTschen Dreiwegehähnes in Verbindung mit dem Ansatzrohr der Porometerkammer. Auf diese Weise ist es möglich, die Manometerrohre während des Ansaugens völlig von den übrigen Teilen des Apparates abzuschließen. Erst mit dem Umstellen der Hähne setzt die Saugwirkung ein. Das Ansatzrohr der Porometerkammer dient nicht nur zur Durchlüftung in den Pausen, sondern evtl. auch zur Einfuhr von Gasen (vgl. E. VAN SLOGTEREN, 15).

6. Zweckmäßige Gestaltung der Porometerkammern, um den Lichtgenuß der porometrierten Blattstelle möglichst wenig herabzusetzen.

7. Verwendung von Stativen, die es leicht gestatten, die Porometerkammern in jede gewünschte Lage zu bringen. Dem zu untersuchenden Blatte eine Zwangsstellung zu geben, ist nicht zulässig.

Zum leichteren Verständnis der hier folgenden Beschreibung ist das Universal-Doppelporometer auf der beigefügten Tafel (I) in Vorder- und Seitenansicht dargestellt. Auf einem Grundbrett (36×25 cm) erhebt sich in 10 cm Abstand vom vorderen Rande senkrecht das Tragbrett (25×60 cm) der beiden genau gleichgestalteten Manometer. Der kürzere, nach außen zu gerichtete Schenkel jedes Manometers endet 7 cm über der U-förmigen Biegung in einem 200 cm^3 fassenden, oben offenen Rundkolben, der einem Ausschnitte des Tragbrettes eingefügt ist. Die nach innen gewandten, einander gegenüberliegenden, längeren Schenkel, die von je einer von 0 bis 54 cm fortlaufenden, in mm eingeteilten Skala begleitet sind, dienen als Fallröhren und müssen dementsprechend in allen Teilen querschnittreu gefertigt sein. Der lichte Durchmesser der Fallröhre beträgt 3,6 mm, so daß 1 cm Rohrlänge einem Volumen von 100 mm^3 gleichkommt[1]). Jeder Fallröhre ist in Höhe von 29,5 cm ein geeichtes, 50 cm^3 enthaltendes Reservoir eingefügt. Beim Skalenstrich 39 setzt sich die Fallröhre aufwärts fort, um schließlich durch einen Ausschnitt am oberen Rande des Tragbrettes nach hinten umzubiegen. An dieser Stelle befindet sich eine kleine Aufwölbung des Rohres; sie verhindert, daß ein bei unvorsichtigem Ansaugen übergetretener Tropfen durch ungleichmäßiges Zurückfließen den Flüssigkeitsstand in den Fallröhren verändert. Zwischen den erwähnten festen Skalen befindet sich in der Mitte des Tragbrettes eine in einer Nute verschiebbare Leiste, auf der von einem am unteren Ende befindlichen 0-Punkte aus die für die Bestimmung der Porometerzeiten maßgebenden Fallhöhen, nämlich 15—10 cm und 35—30 cm, mit roten Markierungen eingetragen sind. Sie dient dazu, die beiden Manometer auf genau die gleichen Niveaudifferenzen einzustellen. Der am 0-Punkte angebrachte Doppelzeiger erleichtert diese Arbeit.

Hinter dem senkrechten Manometerbrett befindet sich in 12 cm Abstand ein 55 cm hoher und 18 cm breiter Galgen, dessen Deckbalken 2 in Durchbohrungen eingelassene Dreiwegehähne trägt. Das eine Zuleitungsrohr jedes Hahnes ist durch ein Schlauchstück mit dem gegenüberliegenden Manometer luftdicht verbunden. Die nach den Seiten gerichteten Zuleitungsrohre der Dreiwegehähne sind am Rande des Galgens nach unten umgebogen und

---

1) Genau entspricht einer Rohrlänge von 1 cm ein Volumen von 101,8 mm^3. Es ist aber notwendig, das beim Sinken der Flüssigkeitssäule entstehende Luftvolumen etwas geringer in Anschlag zu bringen, da namentlich bei einer nur wenige Sekunden umfassenden Porometerzeit die dem Glasrohre adhärierende Flüssigkeitsschicht nicht so schnell herabzufließen vermag.

stehen hier mit zwei etwa 55 cm langen, dickwandigen Druckschläuchen in Verbindung, die ihrerseits auf der Vorderseite des Manometerbrettes durch ein gläsernes Dreiwegestück zusammengehalten werden. An dem letzteren befindet sich ein durch einen kräftigen Quetschhahn verschließbares Mundstück, das bei entsprechender Hahnstellung zum gleichzeitigen Ansaugen beider Manometer dient. Der Anschluß der Porometerkammern erfolgt durch die nach hinten zu verlaufenden Verbindungsrohre der Dreiwegehähne, die ebenfalls rechtwinklig abwärts gebogen sind. Die Schläuche, an deren Ende sich die Porometerkammern befinden haben eine Länge von 40—50 cm (über die Regulierung der Schlauchlängen wird weiter unten das Notwendige gesagt!) und eine lichte Weite von 4,2 mm bei einem Gesamtdurchmesser von 12,5 mm (Druckschlauch).

Die Porometerkammern, deren Form aus Abb. 1a ersichtlich ist, tragen zwei seitlich eingefügte, rechtwinklig zueinander verlaufende Ansatzrohre. Die mit planem Boden versehene Kammer weist eine Tiefe von 12 mm und einen Öffnungsdurchmesser von 13 mm auf; der umgebogene und sorgfältig abgeschliffene Rand ist 2,5 mm breit. Trägt man dafür Sorge, daß beim Befestigen der Kammer die benutzte Kittmasse allseitig nicht weiter als 0,75 mm über den Innenrand vorquillt, so stellt das porometrierte Blattstück rund 1 cm² dar. Es muß aber gleich gesagt werden, daß ein genaues Innehalten der Randbreiten nicht immer möglich ist. Die seitliche Anordnung der Verbindungsrohre sowie die Planierung des Kammerbodens sind dazu bestimmt, den Lichtzutritt zu der untersuchten Fläche möglichst wenig zu behindern. Von den beiden Ansatzrohren ist das eine 10 cm, das andere 5 cm lang. Das erstere zeichnet sich durch etwas beträchtlichere Dicke aus und trägt an seinem Ende eine Doppelolive; es steht in Verbindung mit dem vom Dreiwegehahn kommenden Druckschlauch. Das kürzere (in der Zeichnung abwärts gerichtete) Rohr ist durch ein Schlauchstück mit Quetschhahn verschließbar. Jede Porometerkammer ist an einem handlichen, aber doch stabilen Stativ (Abb. 1b) befestigt, das nicht nur ein Heben und Senken, ein Vor- und Rückbewegen gestattet, sondern gleichzeitig auch ein Drehen um die horizontale und vertikale Achse. Außerdem vermag die mit Kork belegte Beißklemme die Kammer in jeder gewünschten Lage zu fixieren. Ein leichtes und schnelles Dirigieren ist für das Anbringen der Kammern in richtiger Stellung zueinander von großer Bedeutung.

Nach der Beschreibung aller Apparatteile könnte ich dazu übergehen, die Handhabung des neuen Porometers genauer dar-

zulegen. Vorher muß ich aber eine Frage berühren, die für die Anwendbarkeit der Porometermethode überhaupt von ausschlaggebender Bedeutung ist, nämlich die Frage nach der Befestigung der Porometerkammern am Blatt. Dazu kann nur eine Masse

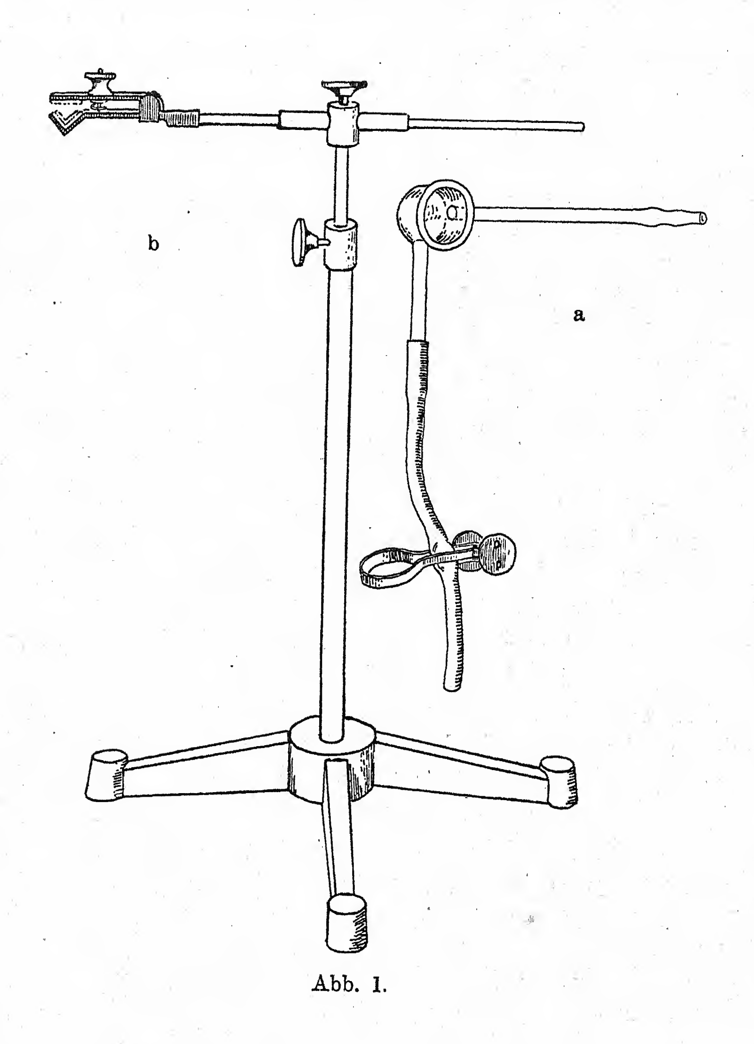


Abb. 1.

Verwendung finden, die schnell und gut klebt, die nicht rissig wird oder sonstwie Luft hindurchläßt, die sich in feuchter Luft nicht verändert und auch den Sonnenstrahlen zu widerstehen vermag, die vor allem aber für das lebende Gewebe des Blattes völlig unschädlich ist und auch in weichem Zustande keine Infiltration herbeiführt. Vorbedingung für die Brauchbarkeit aller Porometermessungen ist die völlige Intaktheit des Blattes während der

Beobachtungsdauer. Nach der Loslösung der Porometerkammern darf sich keinerlei Schädigung an den vom Glockenrande berührten Stellen zeigen.

DARWIN und PERTZ (1) benutzten eine 20 %ige Gelatinelösung zum Befestigen der Porometerglocke. Ein sauberes Arbeiten ist mit einer solchen zähen, Fäden ziehenden Masse kaum möglich; Undichtigkeiten sind unausbleiblich, wenn das Blatt nur im geringsten behaart ist, oder wenn die Untersuchung in der feuchten Luft eines Treibhauses stattfindet. E. STEIN (12) verwandte Paraffin von niedrigem Schmelzpunkt, E. VAN SLOGTEREN (15) eine Lösung von arabischem Gummi, nachdem Vaseline, Cacaobutter und Copallack versagt hatten. E. ŽEMČUŽNIKOV war so freundlich, mir brieflich mitzuteilen, daß er mit einer von MALTSCHEWSKY angegebenen Kittmasse, die sich aus Kolophonium, Rizinusöl und Mastix zusammensetzt, gute Resultate erzielt habe. Ich selber probierte der Reihe nach alle hier angeführten Bindemittel durch, gelangte aber mit keinem zu völlig befriedigenden Ergebnissen. Ich unterzog mich daher der Mühe, eine größere Zahl neuer Kittmassen zu komponieren. Nach vielen vergeblichen Versuchen glaube ich, jetzt einen in jeder Beziehung brauchbaren Porometerkitt ausfindig gemacht zu haben. Er entspricht im wesentlichen dem schon bisher in Laboratorien üblichen Kautschukkitt, zeichnet sich aber durch ein bestimmtes Mengenverhältnis seiner Zutaten sowie durch die Art der Herstellung aus. Da die Brauchbarkeit der Masse hiervon weitgehend abhängig ist, gebe ich im folgenden ein genaueres Rezept für seine Zubereitung: 2 Teile reines Kolophonium werden zusammen mit 3 Teilen Vaseline in einer hinreichend großen Porzellanschale geschmolzen und zum Sieden gebracht. Dann fügt man 2 Teile kleingeschnittenen Elefantengummi (Radier-Gummimarke) hinzu und kocht unter ständigem Umrühren so lange, bis sich der Gummi zu lösen beginnt. Da die kochende Masse stark dampft, ist es ratsam, unter dem Abzuge zu arbeiten. Man hüte sich in Rücksicht auf die Feuersgefahr vor dem Überkochen. Alles kommt darauf an, eine völlig homogene (nicht körnige), gelbbraune Masse zu erzielen. Das gelingt am besten, wenn man das Kochen mit mehrmaligen Unterbrechungen fortsetzt. Der noch flüssige Kitt wird in Porzellan- oder Steintöpfe gefüllt und wohlverschlossen aufbewahrt. Er erstarrt sehr schnell zu einer gelben, plastischen Paste, die unbegrenzt haltbar ist und durch gelindes Erwärmen jederzeit erweicht werden kann.

Beim Befestigen der Porometerkammern am Blatt verfährt man am besten in der Weise, daß man dieselben zunächst mit Hilfe

der Stative genau in die beabsichtigte Lage bringt. Dann wird ein mit dem Messer herausgestochenes (nicht zu großes) Stück des Porometerkittes auf einer Glasplatte über einer kleinen Flamme vorsichtig erhitzt und beim Erweichen mit einem Stäbchen flach ausgebreitet. Änderung der Farbe, Auftreten von Bläschen oder schnelles Herabfließen an der schräggehaltenen Platte sind die Folgen zu starker Erwärmung und müssen auf jeden Fall vermieden werden. Berührt man die weiche Masse mit dem Finger, so darf sich weder ein Hitzegefühl bemerkbar machen, noch dürfen sich Fäden bilden. Nunmehr schiebt man das eine Stativ etwas vom Blatt ab, berührt mit der Kittfläche zwei- oder dreimal vorsichtig den Rand der Kammer und rückt diese dann schnell in die anfängliche Lage zurück. Dabei übt man mit Daumen und Zeigefinger einen leichten Druck auf die Rückseiten der einander gegenüberstehenden Kammern aus. Nach wenigen Sekunden ist der Kitt hinreichend erstarrt. Nunmehr wiederholt man die Prozedur mit der noch nicht befestigten Porometerkammer. Die dem Rande anhaftende Kittmasse muß so reichlich vorhanden sein, daß sie beim Andrücken der Kammer nach innen und außen etwas vorzuquellen vermag. Die Befestigung gelingt auch bei stark behaarten Blättern. Bei einiger Übung in den eben beschriebenen Manipulationen ist man sicher, sofort einen luftdichten Verschluß zu erzielen. Nach Beendigung der Untersuchungen löst man die Kammer durch vorsichtiges Hin- und Herbewegen vom Blatte ab; dabei bleibt der Kittring an der Porometerkammer haften, während die Blattfläche — auch nach Tagen — an der Berührungsstelle völlig unverändert erscheint. Mit Hilfe eines Messers gelingt es leicht, den Glasrand der Kammer zu säubern.

Ich gehe nun dazu über, die Ausführung einer Porometermessung kurz zu schildern. Man beschickt zunächst beide Manometer mit der gleichen Menge destillierten Wassers, das mit Hilfe von Safranin rot gefärbt ist. Nachdem das Mundstück geöffnet und die Hähne quer geschaltet sind (T T), muß die Flüssigkeit in den längeren Manometerschenkeln genau gleichhoch stehen, und zwar wählt man zweckmäßig einen zwischen den Ziffern 11 und 12 liegenden Teilstrich. Jetzt beginnt man mit dem Hochsaugen der Flüssigkeit in den Fallrohren. Während anfänglich, bis zur Füllung der beiden oberen Reservoirs, keine besondere Vorsicht erforderlich ist, muß man im Bereiche der oberen Skala durch Verengerung des Quetschhahnes die Säulen in ganz langsamer und stetiger Bewegung erhalten, damit in jeder Höhenlage ein sofortiges Anhalten möglich ist. Bei einiger Übung wird das unschwer gelingen; vor

allem muß ein Übersaugen von Flüssigkeit bis in den nach hinten umgebogenen Teil des Manometerrohres vermieden werden. Zunächst läßt man die Säulen bei der Zahl 50 der festen Skalen stehen und überzeugt sich davon, ob alle Teile des Apparates vollkommen dicht schließen (man beachte besonders den Quetschhahn des Mundstückes!). Hatten Apparat und Flüssigkeit die Temperatur des Beobachtungsraumes angenommen, so darf auch nach 5—10 Minuten keinerlei Veränderung im Flüssigkeitsstande eingetreten sein. Ist ein Arbeiten im Glashause oder im Freien erforderlich, so muß das Porometer immer durch ein Schutzdach beschattet sein. Nunmehr stellt man den 0-Zeiger der mittleren Skala genau auf das Niveau der unteren Bassins ein und läßt die Manometersäulen soweit steigen oder fallen, bis sie möglichst genau mit der Marke „40" der Schiebeskala übereinstimmen. Da ein geringfügiges Heben und Senken der Flüssigkeit in den Fallröhren den Flüssigkeitsstand der sehr viel weiteren Bassins nicht merklich beeinflußt, so ist eine Nachregulierung des 0-Zeigers meist nicht erforderlich. Durch Eintragen einer Markierung in die feste Skala fixiert man jetzt jederseits die Fallhöhe (man kann statt dessen auch bei der Marke 40 einen Doppelzeiger anbringen).

Bevor mit der Untersuchung begonnen werden kann, muß nun noch der hinter den Dreiwegehähnen liegende Teil des Apparates geprüft werden. Zu dem Zwecke werden beide Porometerkammern gegen einen Objektträger gekittet und die Ansatzschläuche der Kammern durch Quetschhähne verschlossen. Schaltet man jetzt die Dreiwegehähne auf Parallelstellung (⊢ ⊣), so sinken die Manometersäulen ungefähr auf die rote Marke „35". Es ist dies eine Folge des Druckausgleiches mit dem übrigen Luftraum des Apparates. Die Länge der Druckschläuche ist in der Regel so gewählt, daß der Ausgleich ein Sinken um 5 cm jederseits zur Folge hat. Kleine Unstimmigkeiten werden leicht reguliert, indem man die Quetschhähne an den Porometerkammern höher oder tiefer setzt, oder indem man die Verbindungsrohre der Kammern tiefer in die Schläuche einführt bzw. sie zurückzieht. Fallen die bei Anfangsstellung der Hähne auf „40" verharrenden Säulen genau bis auf die Marke „35", so ist die Regulierung des Apparates für die obere Skala vollzogen. Ein Nachregulieren ist nur dann erforderlich, wenn eine Verringerung des Porometerwassers durch Verdunstung eingetreten ist (Verschluß der Bassins durch Wattebäusche!), oder wenn die Länge der Zuleitungsschläuche verändert wird. Das kann unter Umständen aus versuchstechnischen Gründen wünschenswert sein; natürlich wird dann der Druckausgleich nicht mehr genau

5 cm Röhrenlänge ausmachen. Es muß also durch Ausprobieren die Anfangsstellung der Säulen ermittelt werden, damit die eigentliche Saugwirkung auf das Spatium 35 – 30 (= 0,5 cm^3) beschränkt bleibt. Will man gleichzeitig 4 Kammern am Porometer anbringen, so werden die Zuleitungsschläuche durch Dreiwegestücke und Schraubhähne gegabelt. Jedes Kammernpaar erfordert unter diesen Umständen eine gesonderte Feststellung der Anfangsmarke.

Dient der Apparat nur zu Demonstrationszwecken, so ist eine Einstellung auf bestimmte Fallhöhen nicht erforderlich. Um den Gegensatz in der Luftwegigkeit der Ober- und Unterseite recht deutlich hervortreten zu lassen, tut man gut, mit der oberen Skala beginnend die Flüssigkeitssäulen durch die Reservoirs hindurch bis zur unteren Skala fallen zu lassen. Infolge der dadurch erzielten langen Porometerzeit vermag auch ein großes Auditorium die Änderungen der Fallhöhen zu verfolgen. Will man feststellen, wie lange Zeit erforderlich ist, bis durch einen kontinuierlichen Luftstrom die Luftwegigkeit des Blattes in merklicher Weise beeinflußt wird, so läßt man die Säulen ebenfalls durch die oberen Reservoirs hindurchsinken. Das Gleiche gilt für den Fall, daß die Beëinflußbarkeit des stomatalen Apparates durch verschiedenartige Gase geprüft werden soll.

Unter den zahlreichen Demonstrationsversuchen möchte ich hier nur einen etwas näher ausführen. Das Blatt einer dem hellen Tageslicht ausgesetzten Pflanze von *Isatis tinctoria* wird in der oben beschriebenen Weise beiderseits mit den Porometerkammern in Verbindung gesetzt. Schaltet man jetzt die Manometer an, so beginnen die beiden Säulen, mit annähernd gleicher Geschwindigkeit zu fallen. Führt man nach etwa 20 Minuten, während derer die *Isatis*pflanze mit einem Dunkelsturz bedeckt wurde, abermals die gleiche Messung aus, so zeigen die beiden Flüssigkeitssäulen ein ganz verschiedenes Verhalten: die der Blattoberseite zugehörige weist ein sehr stark verlangsamtes Tempo auf, während die der Unterseite entsprechende eine kaum verminderte Fallgeschwindigkeit erkennen läßt. Auf diese Weise kann die verschiedene lichtphysiologische Reaktionsweise beider Blattseiten sehr gut veranschaulicht werden.

Liegt ein besonders hoher Grad von Luftwegigkeit vor, so können die Porometerzeiten bei der Benutzung des kräftigen Soges der oberen Skala so kurz ausfallen, daß sie nicht mehr mit hinreichender Zuverlässigkeit gemessen werden können. In solchen Fällen muß also, um zu leicht meßbaren Porometerzeiten zu gelangen, ein wesentlich geringerer Sog in Anwendung gebracht werden.

Diesem Zwecke dient die untere Skala, die das Spatium 15—10 cm umfaßt. Natürlich muß der Apparat vor der Benutzung eine entsprechende Einstellung erfahren. Man saugt die Flüssigkeitssäulen etwa bis zum Teilstrich 26 der festen Skala empor; jetzt wird durch Verschieben der mittleren Skala das Flüssigkeitsniveau der unteren Bassins auf 0 eingestellt. Die Marke „15" der Schiebeskala muß dann 1 bis 2 cm tiefer stehen als die Flüssigkeitssäulen. Der beim Anschalten der Porometerkammern eintretende Druckausgleich innerhalb des Apparates muß die Säulen genau bis zur Marke 15 fallen lassen. Erst durch mehrmaliges Ausprobieren wird es gelingen, die richtige Anfangshöhe der Säulen zu ermitteln. Im übrigen unterscheidet sich das Arbeiten mit der unteren Skala von demjenigen mit der oberen in keiner Weise.

Über meine zahlreichen mit dem neuen Apparat ausgeführten Messungen und deren Auswertung soll an anderer Stelle berichtet werden. Hier sei nur noch einmal kurz zusammengefaßt, welchen Zwecken das Universal-Doppelporometer dienstbar gemacht werden kann:

1. Es ist in hervorragender Weise dazu geeignet, die Luftwegigkeit der Blattorgane in Längs- und Querrichtung unter den verschiedenartigsten äußeren Verhältnissen zu ermitteln. Die Normierung des Apparates gestattet den Vergleich aller in diesem Sinne ermittelten Werte.

2. Da der Öffnungszustand der Spalten meist einen sehr großen Einfluß auf die Luftwegigkeit auszuüben vermag, geben die Porometerzeiten bis zu einem gewissen Grade auch ein Bild von der Gesamtapertur der Spalten. Allerdings ist an keinerlei feste Proportionalität zwischen Porometerzeiten und Spaltweiten zu denken. Immerhin kann das Porometer an Stelle der sonst üblichen indirekten Messungsmethoden sehr wohl Verwendung finden.

3. Der Apparat ist in der hier vorliegenden Ausführung für Demonstrationszwecke sehr geeignet.

Die Firma Paul Altmann-Berlin hat es übernommen, das im vorstehenden genau beschriebene Universal-Doppelporometer samt dem zugehörigen Porometerkitt fabrikmäßig herzustellen.

Literaturverzeichnis.

1. DARWIN, FR. and PERTZ, D. F. M. On a new method of estimating the aperture of stomata. Proceedings of the Royal Society. London. Ser. B. Bd. 84. 1911. p. 136—154.
2. DUTROCHET, H. J. Mémoires pour servir à l'histoire anatomique et physiologique des végétaux et des animaux. Paris. 1837. Bd. 1. p. 334.

3. RAFFENEAU-DELILE. Évidence du mode respiratoire des feuilles de Nelumbium. Annales des sciences nat. 1841. 2. sér. Bd. 16. p. 328—332.

4. UNGER, F. Sitzungsber. d. Wiener Akad. Bd. 25. 1857. p. 459 ff.

5. DENGLER, A. Eine neue Methode zum Nachweis der Spaltöffnungsbewegung bei den Coniferen. Ber. d. D. Bot. Ges. Bd. 30. 1912. p. 452—62. 1 Taf.

6. SACHS, J. Handbuch der Experimental-Physiologie der Pflanzen. Leipzig. 1865. p. 252—259.

7. DUTROCHET, H. J. Mémoire sur les organes aérifères des végétaux et sur l'usage de l'air que contiennent ces organes. Annales des sciences nat. Bd. 25. Paris 1832. p. 242—259.

8a. NEGER, FR. W. Spaltöffnungsschluß u. künstliche Turgorsteigerung. (Vorl. Mitt.). Ber. d. D. Bot. Ges. Bd. 30. 1912. p. 179—194.

8b. NEGER, FR. W. Die Atemwege der höheren Pflanzen. Die Naturwissenschaften. 3. Jahrg. 1915.

9 PFEFFER, W. Pflanzenphysiologie. Ein Handbuch. 2. Aufl. Bd. 1. 1897. p. 178—79.

10. MÜLLER, N. J. C. Die Anatomie und die Mechanik der Spaltöffnungen. Jahrbücher f. wiss. Bot. Bd. 8. 1872. p. 75—116.

11 BURGERSTEIN, A. Die Transpiration der Pflanzen. Eine physiologische Monographie. I. Jena 1904. II. (Ergänzungsband). Jena 1920. III. (Ergänzungsband). Jena 1925.

12. STEIN, E. Über Schwankungen stomatärer Öffnungsweite. Dissertation. Jena 1913.

13. DARWIN, FR. On the relation between transpiration and stomatal aperture. Philosoph. Transactions of the Royal Soc. of London. Ser. B. Bd. 207. 1915. p. 413—437.

14. TRELEASE, S. F. u. LIVINGSTON, B. E. The daily march of transpiring power as indicated by the porometer and by standardized hygrometic paper. Journ. Ecol. Bd. 4. 1916. p. 1—14.

15. SLOGTEREN, E. VAN. De Gasbeweging door het blad in verband met Stomata en intercellulaire ruimten. Inaug.-Diss. Groningen 1917.

16 BACHMANN, FR. Studien über die Dickenveränderungen von Laubblättern. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 61 1922. p. 372—429.

17a. ILJIN, W. S. Über den Einfluß des Welkens der Pflanzen auf die Regulierung der Spaltöffnungen. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 61. 1922. p. 670—697.

17b. ILJIN, W. S. L'influence de la sécheresse sur la régulation des stomates et sur l'accroissement des plantes. „Preslia". Vestnik cechoslovanské Bot. spolecnosti. (Tschechoslowakische Bot. Ges. in Prag). Bd. 2. 1922.

18. ŽEMČUŽNIKOV, E. Zur Frage der stomatalen Regulation der pflanzlichen Transpiration. 1922. Russisch mit englischem Résumé. On the question of stomatal regulation of the transpiration of plant. Journ. Agricult. Res. for Don and Northern Caucasus. Bd. 1. 1922.

19. KNIGHT, R. C. On the use of the porometer in stomatal investigation. Annals of Botany. Bd. 30. London 1916. p. 57—76.

20. KNIGHT, R. C. A convenient modification of the Porometer. New Phytologist. Bd. 14. 1915. p. 212—216.

21a. BALLS, L. W. The Stomatograph. Nature. Bd. 87. 1911. p. 180.

21b. BALLS, L. W. The Stomatograph. Proceedings of the Royal Soc. London. Ser. B. Bd. 85. 1912. p. 33–41.

22 NEILSON JONES, W. A. Selfrecording Porometer and Potometer. New Phytologist. Bd. 13. 1914. p. 353—364.

23. LAIDLAW, C. G. u. KNIGHT, R. C. A description of a recording porometer and a note on stomatal behavior during wilting. Annals of Botany. Bd. 30. 1916. p. 47—56.

24. KNIGHT, R. C. Further observations on the transpiration, stomata, leaf water content and wilting of plants. Annals of Botany. Bd. 36. 1922. p. 361–385.

25. BARTHÉLEMY, A. De la respiration et de la circulation des gaz dans les végétaux. Annales des sciences natur. 1874. 5. sér. Bd. 19. p. 131—175.

26. KRAUS, G. Über die Wasserverteilung in der Pflanze. III. Die tägliche Schwellungsperiode der Pflanzen. Halle 1881.

27. LEICK, E. Untersuchungen über den Einfluß des Lichtes auf die Öffnungsweite unterseitiger und oberseitiger Stomata desselben Blattes. 1. Teil. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 67. 1927. p. 771—848.

28. DARWIN, Fr. On a method of studying transpiration. Proceedings of the Royal Society. Ser. B. Bd. 87. London 1914. p. 269—280.

Nachrufe.

Hermann Ambronn.

Von

ALB. FREY (Zürich).

(Mit Bildnistafel.)

Sanft entschlief in Jena am 28. März 1927 der bekannte Mikroskopiker HERMANN AMBRONN im 71. Altersjahre. Er war ein „Einsamer", wie er gern selbst zu sagen pflegte. Ebenso still und zurückgezogen, wie er gelebt hatte, wußte er seine eigenartige akademische Laufbahn zu beendigen, gerade im Augenblick, als ihm der Staat Thüringen eine Pension zugesichert hatte. Die Universitätsstadt Jena merkte kaum, daß er „davongegangen" war. Mit ihm ist eine jener sympathischen, echt deutschen Gelehrtennaturen, durch deren Bescheidenheit und philosophische Ausgeglichenheit man sich unwillkürlich angezogen fühlt, unwiederbringlich verlorengegangen.

HERMANN AMBRONN wurde am 11. August 1856 in Meiningen geboren als der Sohn einer Kaufmannsfamilie. Sein Großvater väterlicherseits, durch dessen Frau AMBRONN mit dem bekannten Bryologen und kgl. Leibarzt ERNST LUDWIG HEIM in Berlin (genannt der „alte HEIM") verwandt war, kam im ersten Drittel des vorigen Jahrhunderts von der Provinz nach Meiningen an die Regierung. Die Familie AMTHOR seiner Mutter war eine alte Pastorenfamilie.

Am Gymnasium zu Meiningen erhielt AMBRONN eine sorgfältige klassische Ausbildung. Oft scherzte er, wie sie damals noch die längsten lateinischen Aufsätze und „Gedichte" geschrieben hätten; neben Griechisch trieb er sogar Hebräisch. Die klassische Schulung verriet sich denn auch jeden Augenblick im Gespräch und äußerte sich in einer erstaunlichen Kenntnis der Geschichte, sowie in seinem feinen Sinn für gute Literatur. Es waren bezeichnenderweise nicht die berühmtesten Dichter, die er am meisten schätzte („Ihr Ruhm hat viel verdorben"), sondern den bescheidenen Erzählern, wie WILHELM RAABE, GOTTFRIED KELLER und vor allem JEAN PAUL, den er hoch verehrte, zollte er seine höchste Anerkennung. Die meisten Romane schätzte er gar nicht: „Die

gute Literatur verträgt keine Spannung.“ Dafür genoß er um so mehr den Humor, den er überall mit herzlicher Freude ans Tageslicht kehrte. „Wenn Sie nach Paris gehen, dann schauen Sie sich vor allem MOLIÈREs Komödien an“; und ebenso begeistert war er von BERNHARD SHAW, dessen humorvolle Dramen ihn noch kurz vor seinem Tode erfreuten.

Auf einem Schulausflug anfangs der 70er Jahre erlitt er einen schweren Unterschenkelbruch, von dem sein Fußgelenk stets etwas steif geblieben ist. Gewisse Berufsarten, wie z. B. der Forstberuf, für den er sich durch seinen Onkel, Oberförster STÖTZER, sehr erwärmte, kamen daher für ihn nicht in Betracht.

Als Studium wählte AMBRONN die Botanik, der er schon im Gymnasium eifrig gehuldigt hatte. Er wandte sich zuerst nach Heidelberg (1877), wo er aber nur ein Semester blieb, da ihn der dortige Ordinarius nicht besonders zu begeistern vermochte. Darauf folgten zwei Semester in Wien. Als Anfänger-Praktikant entdeckte er dort im Laboratorium von WIESNER zufällig die rote Ligninreaktion mit Phloroglucin-Salzsäure, deren weittragende Bedeutung von seinem Lehrer sofort erkannt, systematisch untersucht und ausgearbeitet wurde.

Von Wien siedelte AMBRONN nach Berlin über, wo er 1880 bei KNY mit einer morphologischen Arbeit über Florideen promovierte. Neben Botanik waren Philosophie und Mathematik seine Prüfungsfächer. Er fühlte sich daher mehr von der exakt messenden Arbeitsweise SCHWENDENERs angezogen, mit dem er bald in ein engeres persönliches Verhältnis kam. Unter dessen Leitung entstand seine Arbeit über das Collenchym, und auch die späteren Abhandlungen über die Mechanik des Windens waren vom Geiste SCHWENDENERs getragen. Die letzteren waren aber seinen Fachgenossen zu „mathematisch“ oder zu „wenig biologisch“ und trugen ihm die Literaturfehde mit WORTMANN ein.

1881 kam er als Assistent von SCHENK nach Leipzig. Schon nach einem Jahre habilitierte er sich dort mit einer anatomischen Arbeit „Über die Poren in den Außenwänden der Epidermiszellen“. Darauf wurde er Custos Herbarii Lipsiensis, welcher Beruf aber seiner Veranlagung nicht besonders entsprach. Die einzige Publikation von diesem Arbeitsgebiete blieb die Bearbeitung der botanischen Ausbeute der deutschen Nordpolar-Expedition an den Kingua-Fjord des Cumberland-Sundes, an der sein Bruder, der nachmalige Direktor der Göttinger Sternwarte, beteiligt gewesen war. AMBRONN konnte köstlich erzählen, wie ihm das Herbarium in kalten Wintern vor allem als „Gefrierraum“ bei seinen kolloid-

optischen Untersuchungen gedient habe. Später war er 1. Assistent bei PFEFFER, hatte einen Lehrauftrag für pharmazeutische Botanik und wurde 1889 zum außerordentlichen Professor der Botanik befördert.

Unterdessen war er aber durch das klassische Werk „Das Mikroskop“ von NÄGELI und SCHWENDENER zu polarisationsmikroskopischen Studien angeregt worden. PFEFFER bezeichnete diese Arbeitsrichtung zwar als „botanische Allotria“, was ihm AMBRONN Zeit seines Lebens nicht verzeihen konnte; er ließ sich indessen nicht abhalten, sich rege am Kampfe zu beteiligen, der um die NÄGELIsche Micellartheorie entbrannt war. 1888 untersuchte er die optisch-negative Reaktion der kutinisierten und verkorkten Membranen, entdeckte den Dichroismus der Zellulosefärbungen mit Jod und Kongorot, 1889 die Anomalie der Doppelbrechung beim Kirschgummi und 1896 die dichroitischen Edelmetallfärbungen. Alle diese neuen Erscheinungen konnte er mit Hilfe der Micellartheorie deuten und sprach sich daher zu ihren Gunsten aus. In der Folge wurden seine Arbeiten, wie aus dem Literaturverzeichnis zu ersehen ist, immer optischer, und es ist oft schwer zu sagen, ob sie eher in botanische oder physikalische Zeitschriften gehörten.

Um die Micellartheorie besser und allgemeiner begründen zu können, griff er auf künstliche Kolloide über, und auch auf tierische Objekte, die er am Mittelmeer studierte (1883 kurzer Aufenthalt in Triest; 1889 mit Arbeitsauftrag der Berliner Akademie an der zoologischen Station in Neapel; 1900 war er ein zweites Mal für kurze Zeit in Neapel tätig).

Seine optischen Untersuchungen an deformierten Gelen (Gelatine, Gummiarten, Zelloidin, Zelluloid usw.) führten ihn der jung aufstrebenden Kolloidchemie in die Arme. Als Botaniker fand er aber wesentlich schlechtere Bedingungen zum Vorwärtskommen als seine Kollegen, die Physiker, Chemiker oder gar physikalische Chemiker waren und „ungestraft“ auf dem Gebiete der vorwärtsdrängenden Kolloidwissenschaft forschen durften. Für AMBRONN blieb durch seine neue Arbeitsrichtung die weitere akademische Laufbahn als Botaniker verschlossen. Er nahm daher 1899 gern einen Ruf an den von ABBE neugeschaffenen Lehrstuhl für wissenschaftliche Mikroskopie an der Universität Jena an.

In Jena war AMBRONN neben seiner akademischen Lehrtätigkeit Direktor der Abteilung für Mikroskopie der ZEISS-Werkstätten, wo er in engem Verkehr mit ABBE stand. Er behielt stets eine warme Verehrung für die gigantische Figur dieses wissenschaftlichen und sozialen Reformators. Gern berichtete er

von der sogenannten „Petroleum-Gesellschaft", einem Kreise fortschrittlich gesinnter Intellektueller, der sich um ABBE gesammelt hatte und allwöchentlich zusammenkam.

Bald nach dem Tode ABBEs schied AMBRONN aus der Firma ZEISS aus, da ihm die große administrative Arbeit nicht genügend Zeit für seine wissenschaftlichen Forschungen ließ. Er ging 1907 vollständig an die Universität über, als Direktor des Institutes für wissenschaftliche Mikroskopie, das auf seine Veranlassung noch von ABBE gegründet worden und als Universitätsanstalt von den ZEISS-Werkstätten unabhängig war. Seine Begeisterung, sich endlich einmal voll und ganz einer ihm entsprechenden akademischen Lehr- und Forschertätigkeit widmen zu können, war so groß, daß er, um die Regelung der Neuanstellung zu erleichtern, freiwillig auf eine ev. spätere Pensionierung verzichtete; er glaubte genügend erspart zu haben, um dies verantworten zu können.

Es folgt nun die fruchtbarste Zeit seiner akademischen Tätigkeit, deren Glück zwar schon im folgenden Jahre durch den Tod seiner Schwester, die lange seinem Junggesellenhaushalte vorgestanden hatte, getrübt wurde (1908). Er setzte seine ganze Energie darein, die Mikroskopie, die vielerorts recht dilettantenhaft betrieben wurde, auf ein wissenschaftlicheres Niveau zu bringen. Er sah bald ein, daß dazu seine Vorlesungen und Übungen an der Universität Jena nicht genügten. Daher veranstaltete er gemeinsam mit seinen Kollegen KÖHLER und SIEDENTOPF die bekannten Ferienkurse für wissenschaftliche Mikroskopie. Dabei kam es ihm sehr zustatten, daß er als unabhängiger Wissenschafter die neuen Errungenschaften der Optik verbreiten konnte, denn es hätte ihm widersprochen, als Angestellter von ZEISS diese Kurse zu leiten. Wenn AMBRONN bei den Botanikern nicht vollständig in Vergessenheit geraten ist, so haben wir es diesen Ferienkursen, die überraschend stark besucht wurden, zu verdanken. In folgenden Universitätsstädten wurden solche Kurse abgehalten:

1. Jena, Oktober 1907.
2. Wien, April 1908.
3. Berlin, März 1909.
4. Jena, Oktober 1909.
5. Leipzig, März 1910.
6. Berlin, Oktober 1910.
7. Straßburg, März 1911.
8. München, Oktober 1911.
9. Budapest, Januar 1912.
10. Würzburg, Oktober 1912.
11. Marburg, März 1913.
12. Bonn, Oktober 1913.
13. Halle, März 1914.
14. Utrecht, April 1914.
15. Basel, April 1920.
16. Jena, September 1921.
17. Zürich, März 1922.
18. Leipzig, September 1922.

Während AMBRONN so als Lehrer für wissenschaftliche Mikroskopie erfolgreich wirkte, konnte er mit seinen kolloidoptischen Anschauungen nicht durchdringen. Sein Sorgenkind, die Micellartheorie, kam immer mehr in Mißkredit. Sie wurde durch die Wabenstrukturtheorie von BÜTSCHLI verdrängt, und die optische Anisotropie der „organisierten Substanzen" (wie NÄGELI die Kolloide bezeichnete, die wir heute Gele nennen) wurde, sofern sie überhaupt noch der Beachtung wert schien, durch die Spannungstheorie von EBNER erklärt.

AMBRONN hatte NÄGELI noch kurz vor dessen Tode kennengelernt, worüber er in einem Vortrage über „NÄGELIs Theorie der kristallinen Micelle" vor der naturwissenschaftlich-medizinischen Gesellschaft zu Jena im Sommer 1917 folgendes berichtete: „Wie Sie sich leicht denken können, bezog sich das Gespräch vor allem auf die Micellartheorie. Dabei erlaubte ich mir darauf hinzuweisen, daß sich die Botaniker mit solchen Fragen nicht mehr beschäftigten und anscheinend auch gar kein Interesse an den darauf gerichteten Untersuchungen hätten. NÄGELI hörte mir lächelnd und zustimmend zu, sagte dann aber, offenbar um mich etwas zu trösten: „„Da machen Sie sich nur gar nichts daraus und arbeiten Sie in der alten Weise ruhig weiter; diese Fragen werden auch in der Botanik wieder einmal Beachtung erlangen, — wenn wir's auch nicht mehr erleben"". Das war für mich damals ein geringer Trost, denn NÄGELI stand im 70. Jahre, und ich hatte kaum das 30. überschritten."

Trotzdem forschte AMBRONN auf diesem Gebiete unermüdlich weiter, freilich unter „Ausschluß der Öffentlichkeit", wie er zu sagen pflegte. Und er ruhte nicht, bis er 1916/17 in seinen grundlegenden Arbeiten über die Stäbchen- und Eigendoppelbrechung von Gelen auf Grund der Theorie des Mischkörpers von O. WIENER beweisen konnte, daß diese Kolloide aus stäbchenförmigen, selbstdoppelbrechenden Micellen aufgebaut sind, wie es die NÄGELIsche Theorie verlangt. Er hatte zu diesem Zwecke neue polarisationsoptische Untersuchungsmethoden ausgearbeitet, auf welche sich seine Schule begründet, die unter seiner Leitung die Richtigkeit der Micellartheorie auch für verschiedene tierische Gerüstsubstanzen und schließlich auch für die Zellmembranen bewies.

1918 kam dann der zweite, viel aufsehenerregendere Beweis für die Existenz kristalliner Micelle: Röntgenaufnahmen von SCHERRER und kurz darauf von HERZOG und JAHNKE an Pflanzenfasern zeigten überraschenderweise Kristallinterferenzen. Das Präparat, das von SCHERRER in Göttingen geröntget wurde, hatte ihm AMBRONN zur Verfügung gestellt!

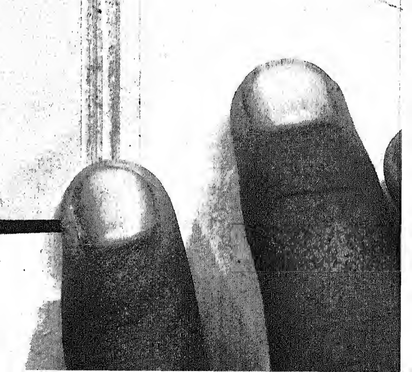
In der wissenschaftlichen Presse verlor AMBRONN kein Wort über diese Bestätigung seiner lang verkannten Anschauungen. Er freute sich im stillen über den Erfolg. Sein zurückgezogenes Forscherleben war ihm so zur zweiten Natur geworden, daß er schließlich die Öffentlichkeit völlig mied. Nur mit großer Mühe gelang es seinem Freunde ZSIGMONDY, ihn zu veranlassen, ein zusammenfassendes Werk über seine neuen Untersuchungsmethoden zu schreiben (Das Polarisationsmikroskop, 1925).

Überhaupt besaß AMBRONN seine eigenen Anschauungen über das „Publizieren". Forschungsergebnisse veröffentlichen, ja — aber Sammelberichte verfassen, „seine eigenen Eier begackern", oder Lehrbücher zusammentragen, war ihm von Grund aus zuwider und unvereinbar mit seiner Bescheidenheit. Diese äußert sich schon im Titel jeder einzelnen seiner Arbeiten; fast ausnahmslos beginnen die Überschriften mit „Über . . . . . .". AMBRONN maßt sich nie an, auch nicht bei seinen gründlichsten Untersuchungen, eine Frage erschöpfend behandelt zu haben.

Jede Veröffentlichung mußte „erdauert" werden; die Publikationsliste ist daher nicht besonders groß. Dies mag zum Teil auch daher rühren, daß AMBRONN Zeit seines Lebens nie einen Assistenten oder irgendeine andere Hilfskraft zur Verfügung hatte. Auf den ersten Blick macht das Verzeichnis scheinbar einen etwas uneinheitlichen Eindruck. Wenn man aber genauer zusieht, bildet sein Lebenswerk eine großartige Einheit. Abgesehen von seinen allerersten Arbeiten, stellt es eine systematische Untersuchung der Doppelbrechungserscheinungen vor, von den Zellmembranen bis zur Nervenfaser und vom Kristall bis zu den anisotropen Gelen. Es ist ein Querschnitt durch die gesamten Naturwissenschaften, eine eigenartige Synthese von einem bestimmten Gesichtspunkt aus, wie sie nur ein Forscher mit so allgemeinen Interessen, wie sie AMBRONN besaß, erfolgreich durchführen konnte.

Mit dem Beginn der Inflation hört die wissenschaftliche Produktion plötzlich auf. AMBRONN erkrankte an einem schweren Darmleiden, von dem er in der bösen Zeit nur durch sorgfältigste Pflege wieder genesen konnte. Unterdessen verflüchtigten sich seine Ersparnisse in kürzester Zeit zu nichts. Sein Gehalt betrug bis gegen das Ende der Inflation stets gleichviel Papiermark, da er nicht „beamtet" war. Aber selbst in dieser Not blieb AMBRONN seinen Grundsätzen treu. Er brachte es nicht fertig, sich persönlich für sein Brot zu wehren; und selbst wenn die Technik, mit der er durch seine Forschungsrichtung verschiedentlich in nähere Berührung kam (Faserfärbung, Zementabbindung, Zelluloid, Zelloidin,





optische Materialprüfung usw.) mit Gutachten an ihn herantrat, wies er sie gewöhnlich zurück oder überließ sie einem seiner Schüler mit den Worten: „Ich weiß gar nicht, was die von mir wollen? Was hat denn dies mit unserer wissenschaftlichen Fragestellung zu tun?“

Es war erstaunlich, mit welcher Gelassenheit er diese Zeit hinnahm. Nach und nach mußte die Bibliothek veräußert werden, schließlich auch die „Zeitschrift für wissenschaftliche Mikroskopie“, die „Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft“, deren Mitbegründer er gewesen war, ja sogar die „SCHWENDENER - Festschrift“ und noch vieles, an dem er mit ganzem Herzen hing. Trotzdem blieb er stets heiter und behielt seinen philosophischen Humor.

Mit der gleichen Ergebenheit trug er auch die Aussicht, auf den Ruhestand, den er sich nach seinem 70. Lebensjahre heimlich erhoffte, verzichten zu müssen, da er nicht pensionsberechtigt war. Ja man merkte sogar kaum, wie schmerzlich es ihm war, daß seine optischen Beweise für die Richtigkeit der Micellartheorie andauernd mißachtet wurden. Wozu hatte er nun zuerst seine botanische Laufbahn und später seine Lebensstellung bei ZEISS geopfert? Selbst seine grundlegenden Arbeiten aus den Jahren 1916/17 blieben von den Botanikern völlig unbeachtet.

Es blieb der Kolloidchemie vorbehalten, sein Werk zu krönen. Man erkannte, daß er den Beweis für die kristalline Natur der Teilchen vieler Kolloide, den andere für Sole erbrachten, für Gele bereits gegeben hatte. 1924 verlieh ihm die Berliner Akademie die LEIBNITZ-Medaille, 1927 die Kolloidchemische Gesellschaft den LAURA-L.-LEONHARD-Preis, und die „Kolloidchemischen Beihefte“ gaben am 11. August zu seinem 70. Geburtstage die stattliche „AMBRONN-Festschrift“ heraus, an der sich 29 verschiedene Schüler und Verehrer beteiligten. Alle diese Ehrungen nahm er mit seltener Bescheidenheit entgegen. Doch als er einmal meinte: „Wenn man so abgebrüht ist wie ich, kann einem dergleichen nicht mehr so leicht aus dem Gleichgewicht bringen“, merkte man, daß ihm trotzdem noch ein Wunsch unerfüllt geblieben war.

AMBRONN war eben doch im Grunde seines Herzens Botaniker geblieben. Wenn der Frühling übers Land kam, zog er aus, um zu botanisieren, und man mußte dann oft staunen über seine wachgebliebene Artenkenntnis. Es war auch, wie wenn mit dem Alter die Zuneigung zu seiner ersterwählten Wissenschaft wieder stärker würde. Während er seit seinem Weggange von Leipzig, abgesehen von seinem Beitrag zur „WIESNER-Festschrift“, keine botanische

Arbeit mehr verfaßt hatte, erscheint 1925 unvermittelt noch eine in der „ZSIGMONDY-Festschrift", wie um zu zeigen, daß der Kolloidoptiker AMBRONN letzten Endes doch Botaniker geblieben sei.

Auch im Laboratorium wußte er seine Schüler, die sich fast ausschließlich aus Chemikern und Physikern rekrutierten, stets für seine biologischen Objekte zu interessieren, die Chemiker vom Färbeproblem und die Physiker von der mathematischen Seite her. Mit Begeisterung wurden Pflanzen geschnitten, Fasern gefärbt und tierische Gerüstsubstanzen untersucht. Es dauerte zwar lange, bis die Ergebnisse dieser Dissertationen endlich ihren Weg in die biologische Literatur fanden; aber schließlich tauchten sie zur großen Freude AMBRONNs nach und nach doch auf, zuerst zwar in der Zoologie, bald darauf aber auch in den botanischen Zeitschriften. Und seine Augen strahlten ganz eigenartig, als er sagte: „Jetzt weiß ich doch, daß ich nicht mein ganzes Leben umsonst gearbeitet habe, nun, da ich trotz der Weissagung NÄGELIs, noch die Auferstehung der Micellartheorie in der Botanik miterlebt habe."

Verzeichnis der wissenschaftlichen Veröffentlichungen von Hermann Ambronn und seiner Schule.

1880. Über einige Fälle von Bilateralität bei Florideen. Diss. (Berlin 1880), publ. Bot.-Ztg. 38, 1—22 (1880).

1880. Über die Art und Weise der Sproßbildung bei den Rhodomeleen-Gattungen *Vidalia, Amansia* und *Polyzonia*. Sitzungsber. bot. Ver. Prov. Brandenburg 22 (1880).

1880. (gemeinsam mit M. WESTERMAIER), Über eine biologische Eigentümlichkeit der *Azolla Caroliniana*. Abh. bot. Ver. Prov. Brandenburg 22, 50-61 (1880).

1881. Über die Entwicklungsgeschichte und die mechanischen Eigenschaften des Collenchyms. Jahrb. f. wiss. Bot. 12, 473—541 (1881).

1881. (gemeinsam mit M. WESTERMAIER), Beziehungen zwischen Lebensweise und Struktur der Schling- und Kletterpflanzen. Flora (1881).

1882. Über Poren in den Außenwänden der Epidermis-Zellen I. Habilitationsschrift. (Leipzig 1882.)

1884. Über Poren in den Außenwänden der Epidermis-Zellen. Jahrb. f. wiss. Bot. 14, 82—110 (1884).

1884. Über heliotropische und geotropische Torsionen. Ber. Deutsch. Bot. Ges. 2, 183-190 (1884).

1884. Zur Mechanik des Windens. Ber. d. Sächs. Ges. Wiss. 36, 37 (1884/85).

1884. Liste der von der deutschen Nordpolar-Expedition am Kingawa-Fjord des Cumberland-Sundes gesammelten Phanerogamen und Gefäßkryptogamen. Ber. Deutsch. Bot. Ges. 2, 65-67 (1884).

1886. Einige Bemerkungen zu den Abhandlungen des Herrn WORTMANN „Theorie des Windens" und „Über die Natur der rotierenden Nutation der Schlingpflanzen". Ber. Deutsch. Bot. Ges. 4, 369—375 (1886).



1887. Zur Erwiderung des Herrn WORTMANN. Ber. Deutsch. Bot. Ges. 5, 103—108 (1887).
1888 Theorie des Windens und über den Nachweis der rotierenden Nutation der Schlingpflanzen. (Berlin 1888.)
1888. Pleochroismus gefärbter Zellmembranen. (Vorläufige Mitteilung) Ber. Deutsch. Bot. Ges. 6, 85-94 (1888).
1888. Über das optische Verhalten der Cuticula und der verkorkten Membranen. Ber. Deutsch. Bot. Ges. 6, 226—230 (1888).
1888. Über den Pleochroismus pflanzlicher Zellmembranen. Ann. f. Phys. u. Chem. 34, 340—347 (1888).
1889. Das optische Verhalten und die Struktur des Kirschgummis. Ber. Deutsch. Bot. Ges. 7, 103—114 (1889).
1889. Notiz über die Doppelbrechung in zähflüssigem Gummi. Ann. f. Phys. u. Chem. 38, 159—160 (1889).
1889. Pleochroismus gefärbter anisotroper Substanzen des Tierkörpers. (Bonn 1889). Arch. d. ges. Physiol. 44, 301—305 (1889).
1890. Allgemeines über die Vegetation am Kingua-Fjord. S. 61—74. Phanerogamen und Kryptogamen vom Kingua-Fjord. S. 75—92. Die internationale Polarforschung 1882/83. Die deutschen Expeditionen und ihre Ergebnisse. (Hamburg 1890.)
1890. Das optische Verhalten markhaltiger und markloser Nervenfasern. Ber. Sächs. Ges. Wiss. 42, 419—429 (1890).
1890. Zellulosereaktion bei Arthropoden und Mollusken. Mitt. zool. Stat. Neapel 9, 475—478 (1889/91).
1890. Über den Glanz der Sapphirinen. Mitt. zool. Stat. Neapel 9, 479—482 (1889/91).
1891. Einige Beobachtungen über das Gefrieren der Kolloide. Ber. d. Sächs. Ges. d. Wiss. 43, 28—31 (1891).
1891. Über das Verhalten doppelbrechender Gelatineplatten gegen Magnetismus und Elektrizität. Ber. d. Sächs. Ges. d. Wiss. 43, 394—398 (1891).
1892. Anleitung zur Benutzung des Polarisationsmikroskopes bei histologischen Untersuchungen (59 Seit., 27 Abb. u. 1 Taf.). (I. H. ROBOLSKY, Leipzig 1892).
1893. Über die optischen Eigenschaften sehr enger Spalten. Ann. f. Physik u. Chem. 48, 717—722 (1893).
1893. Über eine neue Methode zur Bestimmung der Brechungsexponenten anisotroper mikroskopischer Objekte. Ber. Sächs. Ges. Wiss. 45, 3 Seit. (1893).
1893. FLETCHER, L., Die optische Indicatrix (aus dem Englischen übersetzt von H. AMBRONN und W. KÖNIG). (Leipzig 1893)
1894. (gemeinsam mit M. LE BLANC), Beiträge zur Kenntnis der isomorphen Mischkristalle. Ber. Sächs. Ges. Wiss. 46, 173—184 (1894).
1895. (gemeinsam mit H. HELD), Über Entwicklung und Bedeutung des Nervenmarkes. Ber. Sächs. Ges. Wiss. 47, 38—51 (1895).
1895. Sechs pflanzenphysiologische Abhandlungen von THOMAS ANDREW KNIGHT (aus dem Englischen übersetzt). OSTWALDs Klassiker der exakten Wissenschaften Nr. 62 (1895).
1896. Farbenerscheinungen an den Grenzen farbloser Objekte im Mikroskop. Ber. Sächs. Ges. Wiss. 48, 134—140 (1896).
1896. Über den Pleochroismus pflanzlicher und tierischer Fasern, die mit Silber- und Goldsalzen gefärbt sind. Ber. Sächs. Ges. Wiss. 48, 613—628 (1896).

1897. (gemeinsam mit M. LE BLANC), Einige Beiträge zur Kenntnis isomorpher Mischkristalle. (2. Mitteil.) Zeitschr. f. physik. Chem. 22, 121—131 (1897).

1898. Über Anomalien bei der akzidentellen Doppelbrechung. Ber. Sächs. Ges. Wiss. 50, 1—31 (1898).

1899. (gemeinsam mit R. ZSIGMONDY), Über Pleochroismus doppelbrechender Gelatine nach Färbung mit Gold- und Silberlösungen. Ber. Sächs. Ges. Wiss. 51, 13—15 (1899).

1905. Über pleochroitische Silberkristalle und die Färbung mit Metallen. Zeitschr. f. wiss. Mikr. 22, 349—355 (1905).

1907. Über Institute für wissenschaftliche Mikroskopie und deren Aufgaben. Zeitschr. f. wiss. Mikr. 24, 1—12 (1907).

1907. Über den Pleochroismus in Metallspiegeln. Physik. Ztschr. 8, 665—668 (1907).

1908. Über die Veränderung des chemischen und physikalischen Verhaltens der Zellulose durch die Einlagerung von Schwefelzink. WIESNER-Festschrift 1907, 193—199.

1909. Über Umkristallisation und Gelbildung beim Erhärten des Zements. Tonindustrie 33, Nr. 28, 1—8 (1909).

1910. Über das optische Verhalten und die Struktur der Tonerdefasern. Koll.-Zeitschr. 6, 1—4 (1910).

1911. Über anomale Doppelbrechung beim Zelluloid. Ber. Sächs. Ges. Wiss. 63, 249—257 und 402—406 (1911).

1911. Über die Dispersion der Doppelbrechung in zweiphasigen Systemen. Koll.-Zeitschr. 9, 147—153 (1911).

1913. Ein Demonstrationsversuch zur ABBEschen Theorie der mikroskopischen Wahrnehmung. Zeitschr. f. wiss. Mikr. 30, 289—299 (1913).

1913. Über die Dispersion der Doppelbrechung in den Mischkristallen von Strontium- und Bleidithionat. Zeitschr. f. Krist. u. Min. 52, 48—57 (1913), mit 1 Farbtafel.

1913. (gemeinsam mit H. SIEDENTOPF), Zur Theorie der mikroskopischen Bilderzeugung nach ABBE. Heft 2 der „Übungen zur wissenschaftlichen Mikroskopie“. (Leipzig 1913.)

1914. (gemeinsam mit A. KÖHLER), Methoden zur Prüfung der Objektivsysteme. Apertometer und Testplatte nach ABBE. Heft 3 der „Übungen zur wissenschaftlichen Mikrokospie“. (Leipzig 1914.)

1915. Über Stäbchendoppelbrechung in Zelloidin und in der Gelatine. Zeitschr. f. wiss. Mikr. 32, 43—59 (1915).

1916. Über das Zusammenwirken von Stäbchen- und Eigendoppelbrechung I und II. Koll.-Zeitschr. 18, 90—97 und 273-281 (1916).

1917. Über das Zusammenwirken von Stäbchen- und Eigendoppelbrechung III. Koll.-Zeitschr. 20, 173—185 (1917).

1919. Über die akzidentelle Doppelbrechung im Zelloidin und in der Zellulose. Nachr. Ges. Wiss. Göttingen 1919, S. 299—320.

1925. Über Gleitflächen in Zellulosefasern. ZSIGMONDY-Festschrift. Koll.-Zeitschr. 36, 119—131 (1925).

1926. (gemeinsam mit A. FREY), Das Polarisationsmikroskop (194 Seiten, 48 Abb. und 1 Farbtafel). Kolloidforschung in Einzeldarstellungen, herausgegeben von R. ZSIGMONDY 5 (Leipzig 1926).

1927. Über das Zusammenwirken von Stäbchen- und Eigendoppelbrechung IV (posthum). Koll.-Zeitschr. 44, 1—5 (1928).



AMBRONN-Schule.

1906 FOX, K., Beiträge zur Kenntnis der Färbevorgänge. Diss. (Jena 1906).

1910. AUE, J., Zur Berechnung der Spannungen in gekrümmten Stäben, unter Anwendung der optischen Methode. Diss. (Jena 1910).

1912. KOLBE, E., Über die Färbung von Pflanzenfasern mit Silber- und Goldsalzen. Diss. (Jena 1913).

1913. ALEXANDROWICZ, J. ST., Beiträge zur vergleichenden Physiologie der Verdauung. (Zur Kenntnis der Zellulose und des zelluloselösenden Fermentes im Hepatopankreassaft der Schnecke [*Helix pomatia*]). Diss. (Jena 1913).

1913. AMBRONN, HANS, Die Untersuchung der Nitrozellulosen im Polarisationsmikroskop. Koll.-Zeitschr. 13, 200—207 (1913).

1914. AMBRONN, HANS, Über die Änderung des optischen Verhaltens der Zellulose bei der Nitrierung. Diss. (Jena 1914).

1917 KLEMM, O., Fluoreszenzerscheinungen im Pflanzenreiche. Diss. (Jena 1917).

1920. SPANGENBERG, K, Die Einbettungsmethode. Fortschr. d. Min. 7, 3—64 (1920).

1920. SPANGENBERG, K., Einige Anwendungen und Erweiterungen der Einbettungsmethode. Habilitationsschrift (Jena 1920).

1921. SPANGENBERG, K., Erscheinungen an der Grenze von dünnen Objekten im Mikroskop. Zeitschr. f. wiss. Mikr. 38, 1—28 (1921).

1922 MÖHRING, A., Beiträge zur Frage nach dem Wesen der Doppelbrechung der organisierten Substanzen. Diss. (Jena 1922) und Wiss. u. Ind. 1, 50—61, 65—71, 90—94 (Hamburg 1922).

1923. MÖHRING, A, Über das optische Verhalten der Zellulose bei der Azetylierung. Wiss. u. Ind. 2, 70ff. (Hamburg 1923).

1923. STÜBEL, H., Die Ursache der Doppelbrechung der gestreiften Muskelfasern. PFLÜG. Arch. f. Physiol. 201, 629—645 (1923).

1924. WÄCHTLER, M., Eine Bemerkung über die optischen Methoden zur Prüfung von Materialbeanspruchungen, insbesondere von Zelluloid. Zeitschr. f. techn. Phys. 5, 418—423 (1924).

1924. WÄCHTLER, M., Über die Beziehung zwischen Doppelbrechung und Dauerdeformation in einigen Gelen. Diss. (Jena 1924) und Kolloid chem. Beih. 20, 158—208 (1924).

1924. FREY, A., Doppelbrechung der Dispersoide. Kolloidchem. Beih. 20. 209—243 (1924).

1924. NEUBERT, H., Über Doppelbrechung und Dichroismus gefärbter Gele. Diss. (Jena 1924) und Kolloidchem. Beih. 20, 244—272 (1924).

1925 HAUPT, K., und WÄCHTLER, M., Die Homogenität des Kasein-Kunsthornes (optische Prüfung des Formaldehyd-Härteprozesses). Kunststoffe 15, 129—131 (1925).

1925. KRAUSSE, W., Einige Beiträge zur Kenntnis des optischen Verhaltens der Tonerdefasern. Diss. (Jena 1925) und Kolloidchem. Beih. 21, 209—243 (1924).

1925 KERN, CHARLOTTE, Über Fluoreszenz- und Bewegungserscheinungen im Dunkelfeld. Diss. (Jena 1925) und Zts. f. wiss. Mikr. 43, 305—337 (1926).

1925. FFEY, A., Zur Frage nach der Ursache des Dichroismus gefärbter Fasern. Naturwiss. 13, 403—406 (1923).

1925 FREY, A., Die Technik der dichroitischen Metallfärbungen. Zeitschr. f. wiss. Mikr. 42, 421—433 (1925).

1926. FREY, A., Die submikroskopische Struktur der Zellmembranen. Jahrb. f. wiss. Bot. 65, 195—223 (1926).

1926. FREY, A., Das Brechungsvermögen der Zellulosefasern. AMBRONN-Festschrift. Kolloidchem. Beih., 11. Aug. 1926, 40—50.

1926. FREY, A., Der heutige Stand der Micellartheorie. Ber. Deutsch. Bot. Ges. 44, 564—570 (1926).

1926. MÖHRING, A., Gele mit anomaler akzidenteller Doppelbrechung. AMBRONN-Festschrift. Kolloidchem. Beih., 11. Aug. 1926, 152—161.

1926. MÖHRING, A., Zur Doppelbrechung natürlicher Zellulosefasern und des Chitins. AMBRONN-Festschrift. Kolloidchem. Beih., 11. Aug. 1926, 162—188.

1926. SCHMID, JOSEF, Das Verhalten der Haare im polarisierten Lichte. Diss. (Jena 1926).

1927 FREY, A., Der submikroskopische Feinbau der Zellmembranen (Referat). Naturwiss. 15, 760—765 (1927).

1927. FREY, A., Das Wesen der Chlorzinkjodreaktion und das Problem des Faserdichroismus. (Ein Beitrag zur Theorie der Färbungen.) Habilitationsschrift (Zürich E. T. H.) Jahrb. f. wiss. Bot. 67, 597—634 (1927).

1927. WÄCHTLER, M., Doppelbrechungserscheinungen in Kolloiden (Sammelbericht). Fortschritte d. Mineralogie (im Druck).

Paul Menzel.

Von

RICHARD KRÄUSEL[1]).

Kurz vor Vollendung des 63. Lebensjahres verstarb in Dresden am 2. April 1927 Sanitätsrat Dr. PAUL MENZEL. Ein Krebsleiden, das bereits einige Jahre vorher einen ärztlichen Eingriff notwendig gemacht hatte, veranlaßte ihn, sich erneut einer Operation zu unterziehen, der er aber selbst keine große Bedeutung beimaß; plante er doch schon für die nächste Zeit eine Zusammenkunft mit mir zur Besprechung gemeinsam in Aussicht genommener Arbeiten. Die Operation war glücklich ausgeführt, da erlag er ganz unerwartet einem plötzlich auftretenden Anfall von Herzschwäche. Vorzeitig ging so ein an Arbeit, aber auch an Erfolgen reiches Leben zu Ende.

PAUL MENZEL wurde am 27. April 1864 in Dresden als Sohn des Militärbeamten JULIUS FERDINAND MENZEL geboren. Schon als Schüler des Kgl. Gymnasiums in Dresden-Neustadt entwickelte er ausgesprochen naturwissenschaftliche Neigungen. Damals bereits trat er mit Hofrat Prof. Dr. DEICHMÜLLER, dem Kustos des Dresdener Mineralogisch-Geologischen Museums, sowie mit Hofrat ENGELHARDT, dem bekannten Tertiärpaläobotaniker, in Verbindung. Mit seinem Onkel, dem heute hochbetagt im Ruhestand lebenden Rektor KÖHLER in Hoyerswerda, durchzog er botanisierend die Nieder-Lausitz und legte schon damals den Grund zu seinen späteren Sammlungen, vor allem seinem umfangreichen Herbar. Nach bestandener Reifeprüfung diente er im Sächs. Leibgrenadierregiment 110 und bezog sodann die Universität Greifswald, um Medizin zu studieren, nachdem er den Wunsch, sich ganz der Naturwissenschaft zu widmen, aus äußeren Gründen hatte aufgeben müssen. Aber neben seinen Fachstudien zogen ihn Botanik und Geologie immer wieder an; während der späteren Leipziger Semester arbeitete er im Institut von PFEFFER. Pünktlich sehen wir ihn 1889 sein Studium abschließen; seine in der psychiatrischen Klinik unter FLECHSIG angefertigte Dissertation, eine

1) Für diesen Nachruf konnte ich die Aufzeichnungen des Sohnes des Verstorbenen, Herrn Privat-Doz. Dr. H. MENZEL in Dresden, benutzen, dem für seine Hilfe bestens gedankt sei.

gehirnanatomische Untersuchung über die „erbliche Ataxie", soll über das übliche Maß derartiger Arbeiten herausragen. Noch im selben Jahre ließ er sich nach Vollendung seines Militärdienstes als Arzt in Heinitz-Großpostritz in der Sächs. Lausitz nieder, um bald darauf JEANETTE OTTO als Gattin heimzuführen. Drei Kinder, zwei Töchter und ein Sohn, sind aus dieser Ehe hervorgegangen. Acht Jahre wirkte MENZEL als Landarzt in der Lausitz, eine Zeit, an die er sich stets gern erinnerte. Daheim ein frohes Familienglück im Kreise der heranwachsenden Kinder, dazu ein erfolgreicher, befriedigender Beruf und dabei die Möglichkeit, seinen Sammelneigungen nachzugehen. Hier begann er seine Untersuchungen an Tertiärpflanzen, um fortan diesem etwas abseits liegendem Gebiet der Botanik seine ganze Liebe und Arbeitskraft, soweit es seine übrigen Pflichten gestatteten, zu widmen. Alljährlich besuchte er sammelnd die zahlreichen Fundpunkte fossiler Pflanzen im nordböhmischen Tertiär und in den Alpenländern, später auch in der Nieder-Lausitz, und brachte nicht nur eine umfangreiche Sammlung zusammen, sondern ging vor allem an die wissenschaftliche Bearbeitung dieses zu einem großen Teil neuen Materials. Dazu wurde er durch ENGELHARDT, den Verfasser zahlreicher Tertiärfloren, angeregt. Unzweifelhaft verdankt MENZEL dem Einfluß dieses Mannes sehr viel; aber schon seine ersten Untersuchungsberichte, die er in der Bautzener und Dresdener Isis vortrug, lassen erkennen, daß die Art seiner Betrachtung über die seines Lehrmeisters hinausgeht.

Arbeiten über tertiäre Pflanzen erfreuen sich in weiten Kreisen der Botaniker keiner großen Wertschätzung, und das nicht ohne Berechtigung. Die herbe Kritik SCHENKs in seiner „Paläophytologie" ist ein treffliches Beispiel dafür. Von der Pflanzenwelt des Tertiärs sind ja vielfach nur die Abdrücke der Blätter erhalten, wenigstens wurden sie früher fast ausschließlich beachtet und „bestimmt". Dabei muß der Vergleich mit Pflanzen der Jetztzeit den Ausschlag geben. Der — historisch bedingte — Fehler der älteren Arbeiten ist aber, daß dabei die Variation in der Blattgestaltung, wie sie uns schon an einem einzigen Baum entgegentritt, außer acht gelassen wurde, und so, ganz abgesehen von vielen auf Unkenntnis der lebenden Flora begründeten Fehlbenennungen, ein enger Artbegriff entstand, der sich mit dem der botanischen Systematik nicht mehr deckte. Auch hat den Bearbeitern ganz offensichtlich häufig die Kraft gemangelt, unzulängliches Material eben als solches beiseite zu legen. All dies und die vielfach zu einem Schema erstarrte Beschreibung und Darstellungsweise, die

eine kritische Nachprüfung so gut wie unmöglich machen, lassen ein Urteil wie das SCHENKs verständlich erscheinen.

Wenn wir heute wissen, daß diese Fehler vermieden werden können, und die Tertiärpaläobotanik auf durchaus gesicherte Grundlagen gestellt werden kann, so ist dies in erster Linie ein Verdienst MENZELs. Das zeigt sich schon in seinen ersten Arbeiten über die „Tertiärflora Nordböhmens", die bereits die für ihn so überaus kennzeichnende Gründlichkeit, seinen peinlichen Ordnungssinn wie sein Streben nach möglichst allseitiger Darstellung erkennen lassen. Anstelle der kurzen, schematischen Diagnosen treten ausführliche Beschreibungen; der Vergleich mit lebenden Formen, deren Kenntnis unermüdliche Herbarstudien vermitteln mußten, rückt in den Vordergrund, und die bildliche Darstellung spielt eine entscheidende Rolle. Mit der Photographie konnte sich MENZEL dabei allerdings nicht befreunden; so erarbeitete der von Natur aus nicht wesentlich zeichnerisch Begabte sich eine eigene Zeichentechnik, die in der Tat allen Anforderungen an Genauigkeit und Deutlichkeit gerecht wird. All die zahlreichen Abbildungen seiner Arbeiten hat er so selbst gezeichnet. Und neben dieser nicht geringen Leistung fand er noch Zeit für andere Dinge, von denen nur zahlreiche prähistorische Ausgrabungen erwähnt seien, die dem Dresdener Museum wertvolles, zum Teil noch unbearbeitetes Material in reicher Fülle lieferten.

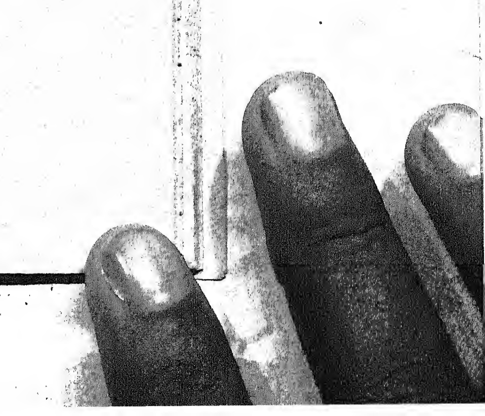
Einen Umschwung in MENZELs Leben brachte 1898 die Übersiedlung nach Dresden, wo er bald eine äußerst umfangreiche ärztliche Praxis ausüben konnte. Daneben häuften sich amtliche und außeramtliche Verpflichtungen. Groß ist die Zahl der ärztlichen und anderen Vereinigungen, in denen er wie in der Dresdener „Isis" an hervorragender Stelle wirkte. Rote Kreuz-Kurse, die anatomischen und physiologischen Vorlesungen an der Sächs. Turnlehrerbildungsanstalt wurden ihm anvertraut, seine Neigung für körperliche Betätigung führte ihn in den Dresdener Hauptausschuß für Leibesübungen. Trotz aller Arbeitslasten mögen diese ohne äußere Sorgen verbrachten Jahre die schönsten seines Lebens gewesen sein. Nur ein so kräftiger Körper wie der seine, gepaart mit Energie und einer wahren Kunst der Zeiteinteilung, konnte den Anforderungen gerecht werden, die an ihn gestellt wurden. Für seine wissenschaftlichen Untersuchungen blieben MENZEL meist nur die Nacht und der Sonntag übrig, und doch hat er in dieser Zeit seine bedeutendsten Arbeiten zum Abschluß gebracht. Neben dem böhmischen Tertiär beschäftigte ihn nunmehr die deutsche Braunkohle; die schönen Arbeiten über die „Tertiärflora von

Senftenberg“ und die „Niederrheinische Braunkohlenflora“ sind neben kleineren das Ergebnis. In diese Zeit fielen auch die ersten Beziehungen zur Preußischen Geologischen Landesanstalt, die ihn später zum „Ständigen Mitarbeiter“ ernannte. Für sie wie für andere Museen arbeitete er zahlreiche Sammlungen durch, immer gern in selbstloser Bescheidenheit von seinem Wissen anderen spendend. So entstand auch die „Tertiärflora des Vierwaldstätter Sees“. Vor allem beschäftigte ihn aber jahrelang eine sehr große Sammlung fossiler Pflanzen von Kamerun, die er aus Berlin und Stockholm erhalten hatte. In der Erkenntnis, daß zu ihrer Deutung das eingehende Studium der Tropenflora Voraussetzung war, weilte er Jahr für Jahr längere Wochen im Dahlemer Herbar und schuf sich in dieser Zeit ein vergleichend-morphologisches Blattherbar, wie es wohl einzig dasteht. In dankbarer Erinnerung an die in Dahlem verbrachte Zeit, die ihm stets als eine willkommene Erholung galt, hat er diese wertvolle Sammlung dem Dahlemer Botanischen Garten und Museum als Vermächtnis hinterlassen mit der Bestimmung, daß sie Benutzern stets zugänglich bleiben soll. Von gleichem Wert wie dieses Herbar sind auch seine im Laufe der Jahre zusammengetragene Samensammlung und eine Spezialbibliothek, die hoffentlich auch erhalten bleiben wird[1]).

Die Jahre restlosen Schaffens fanden einen jähen Abschluß durch den Ausbruch des großen Krieges. Obwohl MENZEL das wehrpflichtige Alter bereits überschritten hatte, litt es den alten Soldaten nicht daheim. Anfangs ist er leitender Arzt eines Lazarettzuges, dann sehen wir ihn bald als Chef eines Frontlazaretts, von wo er erst kurz vor Kriegsende als Generaloberarzt zurückkehrte. Auch im Felde fand er Zeit zum Sammeln — die Dresdener Museen geben davon Kunde — und zum Arbeiten. Der Abschnitt „Angiospermen“ in dem bekannten „Lehrbuch der Paläobotanik“ wird vollendet, ebenso die von ENGELHARDT nachgelassene „Tertiärflora von Messel bei Darmstadt“. Hier verzichtete MENZEL allerdings in pietätvoller Weise auf Änderungen, obwohl ihm die Schwächen der Arbeit wohl bekannt waren.

Dann kam das Kriegsende. Mehr noch als eigene Sorgen, schwere Verwundung des Sohnes und die veränderte wirtschaftliche Lage bedrückte MENZEL der politische Zusammenbruch mit seinen Folgen nach außen wie nach innen. Das mag seitdem seine Kraft

1) Die paläobotanische Bibliothek ist unterdes in den Besitz des Braunkohlenmuseums des Niederlausitzer Bergbauvereins, Senftenberg, übergegangen.



stärker untergraben haben, als andere und vielleicht er selbst es ahnten. Nur seine strenge Pflichtauffassung hielt ihn immer wieder am Zeichen- und Arbeitstisch fest. Die Arbeit über Kamerun wurde abgeschlossen. Wer die kleine Mitteilung von 1920 in die Hand nimmt, kann nicht ermessen, welche erstaunliche Arbeitsleistung darin steckt. Dazu muß man die vorausgegangenen Studien über die Flora Afrikas kennen und die zahlreichen, von MENZELs Hand gezeichneten Tafeln größten Formats gesehen haben, deren Veröffentlichung die Ungunst der Zeit verhinderte. Eine weniger bescheidene Natur als MENZEL hätte sie allerdings doch wohl durchgesetzt. So war es eine wohlverdiente Ehrung, als ihm die „Schwedische Akademie der Wissenschaften“ in Stockholm in Würdigung seiner Verdienste um die Erforschung der Tertiärflora ihre „Goldene Linnémedaille“ verlieh.

In den letzten Jahren beschäftigten ihn vor allem wieder die mitteldeutsche Braunkohle. Die mühevolle Präparation und anatomische Untersuchung der der Substanz nach erhaltenen Fossilien gelangen ihm dabei in glänzender Weise. Diese Arbeit ist unvollendet geblieben wie so manche andere, wie vor allem auch eine Gesamtdarstellung der böhmischen Tertiärflora, wozu er bereits zahlreiche Vorarbeiten geleistet und umfangreiche Tafeln gezeichnet hatte. Es ist zu hoffen, daß diese Untersuchungen von anderer Seite zu Ende geführt werden. In diesen Jahren trat ich in immer enger werdende Beziehungen zu MENZEL, auch manches gemeinsam Geplante ist durch seinen Tod vernichtet worden. Dabei bekam ich einen Einblick in seine Persönlichkeit, wie ich sie hier zu schildern versucht habe. Sein letztes Lebensjahr verlief nicht ungetrübt. Das nur scheinbar gebannte Leiden, der Tod seiner hochbetagten Mutter und der Verlust der jüngsten Tochter, die Kind und Gatten jäh entrissen wurde, müssen ihn schwer erschüttert haben. So mag seine letzte große Freude gewesen sein, den Sohn die akademische Laufbahn an der Dresdener Technischen Hochschule einschlagen zu sehen.

Mitglied der Deutschen Botanischen Gesellschaft war MENZEL seit vielen Jahren, und er besuchte recht regelmäßig ihre Jahresversammlungen. Rednerisch hervorgetreten ist er dabei kaum. Wer aber danach oder nach der Zahl seiner Arbeiten seine Bedeutung messen wollte, würde ihm nicht gerecht werden. Immer, wenn ich mit ihm zusammen war, konnte ich nicht nur seine gesunde Lebensfreude, sondern auch seine Gründlichkeit, sein großes Allgemeinwissen und abgeklärtes Urteil bewundern. Und welche Freude machte es ihm, nicht nur seine Schätze zu zeigen,

sondern auch anderen zu helfen, die ihn um Rat angingen. So ist sein Wissen in manchen fremden Arbeiten verwertet, ohne daß dies immer äußerlich zum Ausdruck kommt.

Auch die Wissenschaft ist dem Gesetz der Mode unterworfen. Es hat den Anschein, als ob die in Deutschland solange recht stiefmütterlich behandelte Untersuchung der vorzeitlichen Pflanzenwelt erneut an Beachtung gewinnt. Sollte dies zu einem neuen Aufschwung dieses Zweiges der Botanik führen, so wird man MENZEL immer an hervorragender Stelle unter denen nennen müssen, deren Arbeiten hierzu den Grund gelegt haben.

Schriften von Paul Menzel.

1. Beitrag zur Kenntnis der hereditären Ataxie und Kleinhirnatrophie. Arch. Psychiatrie, 22, 1891.
2. Beitrag zur Kenntnis der Kryptogamenflora in Bautzens Umgebung. Festschr. Isis, Bautzen 1896.
3. Die Flora des tertiären Polierschiefers von Sulloditz im böhmischen Mittelgebirge. Sitz.-Ber. u. Abh. d. Natw. Ges. Isis, Bautzen 1896/97.
4. Beitrag zur Kenntnis der Tertiärflora des Jesuitengrabens bei Kundratitz. Abh. d. Naturf. Ges. Isis, Dresden 1897.
5. Die Gymnospermen der nordböhmischen Braunkohlenformation I u. II. Ebenda 1900.
6. Die Flora der plastischen Tone von Preschen und Langaujezd bei Bilin. Ebenda 1903.
7. Über die Flora der Senftenberger Braunkohlenbildungen. Helios, Abh. u. Mitteil. d. Naturw. Ver. d. Reg.-Bez. Frankf. a. O. 23, 1906.
8 Über die Flora der Senftenberger Braunkohlenablagerungen. Abh. Kgl. Preuß. Geol. Landesanst. N. F. 46, 1906.
9. Fossile Coniferen aus der Kreide- und Braunkohlenformation Nordböhmens. Abh. Naturf. Ges. Isis, Dresden 1908.
10 Fossile Pflanzenreste aus den Mungoschichten in Kamerun. Abh. Kgl. Preuß. Geol. Landesanst. N. F. 62, 1909.
11. Pflanzenreste aus dem Posener Ton. Jahrb. Kgl. Preuß. Geol. Landesanst. f. 1910, 31, Teil 1, 1910.
12. Beitrag zur Flora der niederrheinischen Braunkohlenformation. Ebenda f. 1913, 34, Teil 1, 1913.
13. (Gemeinsam mit E. BAUMBERGER). Beitrag zur Kenntnis der Tertiärflora aus dem Gebiete des Vierwaldstätter Sees. Abh. Schweiz. Pal. Ges. 40, 1914.
14. Über Pflanzenreste aus Basalttuffen des Kamerungebietes. Beitr. z. geol. Erforsch. d. dtsch. Schutzgeb. 18, 1920.
15. Angiospermen in POTONIÉ-GOTHAN, Lehrb. d. Paläobot. 2. Aufl., Berlin 1921.
16. Über hessische fossile Pflanzenreste. Jahrb. Preuß. Geol. Landesanst. 41, Teil 1, 1921.

17. Über ein bemerkenswertes Vorkommen fossiler Pflanzenreste im Senftenberger Braunkohlenrevier. Braunk. 22, 1924.
18. Tertiärpflanzen von Waltersdorf b. Altenburg. Beitr. z. Geol. Thüring. 5, 1926.
19. GEORG SCHÖNFELD, Nachruf, Abh. Naturw. Gesellschaft Isis, Dresden 1927.

---

20. Die (Bautzener) Isis in den Jahren 1816—1895. Festschr. d. Naturw. Ges. Isis, Bautzen 1896.
21. Das Samariter- und Rettungswesen in d. dtsch. Städten, Dresden 1903.
22. Herausgabe der nachgelassenen Arbeit von H. ENGELHARDT, die alttertiäre Flora von Messel bei Darmstadt. Abh. Hess. Geol. Landesanst. Darmstadt, 7, 1922.

Ludwig Radlkofer.

Von

TH. HERZOG

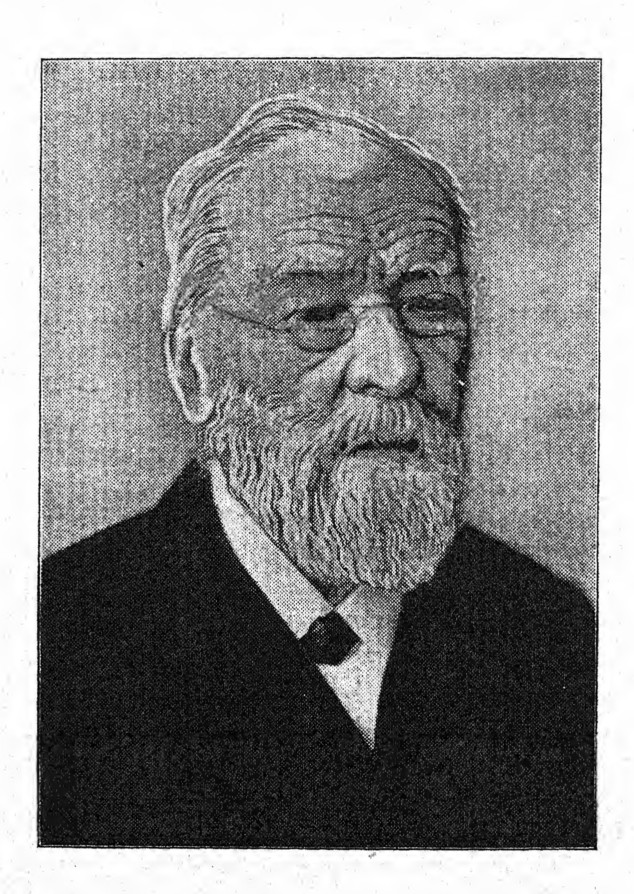
(Mit Bildnis im Text.)

Am 11. Februar 1927, morgens 3 Uhr, zur selben Tagesstunde, an der er, mehr als 97 Jahre zuvor, im gleichen Zimmer das Licht der Welt erblickt hatte, schloß Geh. Rat Prof. Dr. LUDWIG RADLKOFER seine müden Augen für immer.

Sohn des Dr. JAKOB RADLKOFER und seiner zweiten Gattin JOSEPHA, geborene LÖCHERER, war LUDWIG JAKOB TIMOTHEUS RADLKOFER, geboren am 19. Dezember 1829, der Zweitälteste im Kreis von 3 Brüdern und 2 Schwestern. Seine Anfänge reichen in eine Zeit zurück, die in Lebensauffassung und Gewohnheiten sich denkbar stark von der heutigen unterschied, und dieser Einfluß ist als ein ausgesprochen konservativer, von vielen als altväterisch empfundener Zug in seiner Lebensweise und ganzen Erscheinung bis zum Ende wirksam geblieben.

Von den engen, patriarchalischen Verhältnissen jener Tage macht man sich heute nur noch schwer eine Vorstellung und weiß es daher der Nichte des Verstorbenen, Frau Dr. ASCHENBRENNER, besonderen Dank, daß sie uns in einer kleinen, auf authentischer Familienüberlieferung beruhenden Schilderung ein Bild davon entworfen hat. Sie schreibt: „Sentimentalitäten kannte Frau JOSEPHA nicht. Mit altväterischer Strenge wurden die Buben erzogen. Die Eltern waren ferne, gewaltige Respektspersonen, nur mit „Sie“ angeredet. „Die Hand, die züchtigt, darf nicht liebkosen“, war der Mutter Spruch. Alle Knaben mußten stricken lernen, um Bubenlärm und Bubenstreiche aus der engen Wohnung zu bannen. Waren abends die Aufgaben gemacht, so saßen alle strickend um den runden Tisch. Der Vater strickte dann übrigens auch, des guten Beispiels willen. Er kniete dabei auf einem Kissen, weil er die knieende Stellung für besonders zuträglich hielt. Auch sein Abendessen, einen Teller Suppe und einen Apfel, nahm er täglich knieend ein. Neben seinem Beruf war Vater RADLKOFER noch ein hervorragender Bienenzüchter und Pomologe. Die Münchner RADLKOFERstraße ist nach ihm und nicht nach dem Botaniker R. benannt. Zu seinen Bienenständen in Perlach

wurden seine Buben am Samstag und Sonntag fleißig als Helfer zitiert. Eine ansehnliche Wanderung im straßenbahnlosen Zeitalter! LUDWIG soll aber, zur Entrüstung seiner Brüder, alle Intimität mit dem gefährlichen Bienenvolk energisch abgelehnt und sich nur mit den Äpfeln befreundet haben."



L. Radlkofer.

Seine Studien begann LUDWIG RADLKOFER als Mediziner in München und erwarb sich nach einjähriger Assistentenzeit am dortigen Krankenhaus (1853/54) mit der Dissertation „Die Kälte als Heilmittel" (publiziert 1855) den ersten Doktorhut. Doch seinem weichen Temperament sagte die Beschäftigung mit der leidenden Menschheit auf die Dauer nicht zu. Die Rat- und Hilflosigkeit

der damaligen medizinischen Wissenschaft während der Cholera-Epidemie 1854 in München, das ihm von jeher eigene Interesse an der Botanik und die Aufmunterung des a. o. Prof. SENDTNER bestimmten ihn, der Medizin den Rücken zu kehren und sich der akademischen Laufbahn als Botaniker zuzuwenden. Es traf sich gerade gut, daß König Ludwig I., in der Absicht den berühmten Prof. SCHLEIDEN nach München zu ziehen, RADLKOFER veranlaßte, nach Jena zu gehen, um dem dort wirkenden Gelehrten seine Wünsche näher zu bringen. So wurde RADLKOFER Schüler und Assistent von SCHLEIDEN und promovierte schon 1855 mit der Schrift „Die Befruchtung der Phanerogamen" auch im naturwissenschaftlichen Fach. Im Herbst 1856 habilitierte er sich als Privatdozent der Botanik an der Universität München und wurde 1859 zum außerordentlichen Professor, zugleich zum Adjunkten des Botanischen Gartens und Staatsherbariums ernannt. Im Jahre 1863 (34 Jahre alt) erhielt er nach SENDTNERs Tode die Berufung zum Ordinarius der Botanik in seiner Vaterstadt. In dieser Eigenschaft verblieb er dort bis zum Jahre 1913, in dem seine Emeritierung erfolgte. Er war allerdings schon am 20. 12. 1895 auf sein Ansuchen von einem Teil seiner Lehraufgabe entbunden worden und hatte die Genehmigung erhalten, daß er seine Lehrtätigkeit auf die Leitung besonderer Arbeiten anatomischer und systematischer Richtung beschränkte. Die schon 1908 angetretene Stellung eines Direktors des Botanischen Museums und Staatsherbariums bekleidete er bis zu seinem Tode.

Weitere Daten seiner akademischen Tätigkeit sind die Jahre 1882 (Aufnahme als ordentliches Mitglied der mathematisch-physikalischen Klasse der K. Bayerischen Akademie der Wissenschaften) und das Studienjahr 1886/87, in dem er das Amt des Rector magnificus der Münchener Alma mater bekleidete.

Wenn wir uns nun der Lehr- und Forschungstätigkeit RADLKOFERs zuwenden, so sei hierzu vorweg folgendes gesagt. Diejenigen, die, aufgewachsen in der Zeit der biologischen und genetischen Forschungsrichtung, zuweilen RADLKOFERs fast ausschließlich systematische Arbeiten als überwundene Antiquität belächelten, hätten bedenken sollen, daß RADLKOFER mit allgemein entwicklungsgeschichtlichen Fragen begonnen und erst später, in der Erkenntnis seiner besonderen Begabung und Leistungsfähigkeit, zur Systematik endgültig übergegangen ist. Dies beweist seine 1856 erschienene Dissertation über „Die Befruchtung der Phanerogamen", in der er als Erster die Befruchtungsvorgänge und die Bedeutung des Pollens hierbei überzeugend ausführte und endgültig



festlegte. Daß er mit dieser Arbeit zugleich die bisher geltende Theorie von SCHLEIDEN widerlegte und diesen selbst zur Annahme der neuen Auffassung zwang, ist gewiß als ein Zeichen großer Selbständigkeit und Unabhängigkeit des Denkens zu werten. In die gleiche Kerbe schlug die 1857 erschienene Arbeit „Der Befruchtungsprozeß im Pflanzenreich und sein Verhältnis zu dem im Tierreich“ und seine Abhandlung „Über das Verhältnis der Parthenogenesis zu den anderen Fortpflanzungsarten“, 1858. Das Interesse an allgemein chemisch-physiologischen Fragen bekundet ferner seine Habilitationsschrift „Ueber Kristalle proteïnartiger Körper pflanzlichen und tierischen Ursprungs“.

Seine Schwenkung zur Systematik hinüber vollzog sich auf dem Weg über anatomisch-entwicklungsgeschichtliche Studien, die zuerst insbesondere das normale und anormale Dickenwachstum der Dikotyledonen zum Gegenstand hatten. Von hier aus sehen wir die Brücke geschlagen zu den Sapindaceen, bei denen gerade besonders interessante Stammstrukturen zur Untersuchung lockten, und die ihn dann als Hauptgegenstand seiner systematischen Forschungen endgültig festhielten. Es hieße aber RADLKOFERs Kenntnisse und Vielseitigkeit sehr unterschätzen, wenn man die fast zwangsläufige Begriffsverbindung „RADLKOFER und Sapindaceen“ für mehr als nur ein Schlagwort hielte. Wohl ist die Hauptmenge der von ihm geleisteten Arbeit vorzugsweise dieser Familie zugute gekommen. Aber RADLKOFER hat darüber niemals die übrigen Seiten seines Wissensgebietes vernachlässigt und sich jederzeit als ein ganz hervorragender Kenner des ganzen Angiospermensystems erwiesen. Seine überaus zahlreichen Arbeiten beschäftigen sich neben den Sapindaceen auch mit Anacardiaceen, Burseraceen, Connaraceen, Celastraceen, Scrophulariaceen, Acerineen, Capparidaceen, Theophrastaceen, Sapotaceen und vielen andern, und man darf ohne Übertreibung behaupten, daß er als Kenner exotischer Formen fast ein halbes Jahrhundert unbestrittener „Weltmeister“ war. Was aber seine Bedeutung als Systematiker und seine einzigartige Erscheinung in diesem Kreise ausmachte, das ist noch mehr der Umstand, daß er durch Entwicklung einer besonderen Sparte und ihre folgerichtige Anwendung auf systematische Fragen eine ganz neue Forschungsrichtung, nämlich die anatomische Methode der Systematik ins Leben rief. Die Einführung dieser Gesichtspunkte erwies sich sowohl für rein taxonomische Fragen, wie auch für die Phylogenie als überaus fruchtbringend. Obwohl erst ein Schüler RADLKOFERs, HANS SOLEREDER, das bekannte Handbuch der systematischen Pflanzenanatomie schrieb,

so gehen doch die Gedanken und ihre umfassende Entwicklung im Rahmen der systematischen Forschung auf RADLKOFER zurück. Diese besondere und stets aufs stärkste betonte Forschungsrichtung war aber auch die Schuld, daß es RADLKOFER nicht vergönnt war, viele Schüler an sich zu ziehen. Die hier mit ungeheurer Zähigkeit verfolgten und ins Uferlose gehenden Untersuchungen zogen die unter dem mächtigen Einfluß der modernen, experimentellen Richtung stehende Jugend wenig an, wenn schon die Ergebnisse der Methode an sich durchaus anerkannt wurden und heute ein unentbehrliches Rüstzeug jedes Systematikers bilden. Monographien, wie die über die Gattungen *Serjania* und *Paullinia*, die von der DE CANDOLLE-Stiftung preisgekrönt wurden, können noch heute als vorbildlich für die Behandlung eines solchen Stoffes angesehen werden. Aber RADLKOFER machte damit kaum Schule, da die Entwicklung der biologischen Wissenschaften nach ganz anderer Richtung drängte. Die Interesselosigkeit, ja gelegentlich geringschätzige Ablehnung, auf die RADLKOFER später sehr häufig stieß, mag wohl viel dazu beigetragen haben, daß er sich immer mehr in den stillen Kreis seines Herbars und Arbeitszimmers zurückzog und dort in philosophischem Gleichmut seinen ihn unverändert fesselnden Studien oblag. Für die bescheidene, aber feste Haltung aller fremden Kritik gegenüber ist sein Wahlspruch kennzeichnend: „Quod potui feci, faciant meliora qui possunt". Seinen wenigen Schülern aber war er ein stetes Vorbild treuester Pflichterfüllung und restloser Hingabe an den Stoff seiner Forschung. Mochte das Gebiet, das er ihnen erschloß, für die Einstellung der neuen Zeit noch so eng erscheinen, in einem war er unübertrefflicher Lehrer: Bevor ein Stoff nicht gänzlich und nach allen Richtungen ausgeschöpft war, ließ RADLKOFER weder sich noch einen andern jemals ruhen, und was die sorgfältige Beobachtung und Auswertung mikroskopischer Präparate betrifft, so war RADLKOFER, der auch seine besonderen Untersuchungsmethoden dafür ausarbeitete, ein Meister. Mikroskopieren lernte man bei ihm von Grund aus. Das wird jeder mit Freuden zugeben, der sich der ausgiebigen Lernstunden bei RADLKOFER erinnert! Auf der andern Seite kann man verstehen, daß diese etwas trockene Beschäftigung den wenigsten auf die Dauer behagte. Trotzdem sind unter RADLKOFERs Leitung im Laufe der Jahre mehrere Dutzend anatomisch-systematische Untersuchungen über große und schwierige Abteilungen des Pflanzenreichs zum Abschluß gelangt. Was aber RADLKOFER selbst an Erfahrungen auf diesem Gebiet während seiner 70 Arbeitsjahre gesammelt hat, ist leider nur zum Teil in

SOLEREDERs Handbuch ausgewertet worden. Denn vieles davon bezieht sich ja auf rein morphologische Dinge. Das alles ruht noch heute in Form von zahllosen, in GABELSBERGER-Stenographie niedergelegten Notizen sicher verwahrt, aber kaum verwertbar in einem Schrank seines Arbeitszimmers. Es sei bei dieser Gelegenheit darauf hingewiesen, daß RADLKOFER mit seinem älteren Bruder GOTTLIEB zusammen einer der ersten Schüler GABELSBERGERs selbst gewesen war und sich bis zu seinem Tode mit Vorliebe dieser Kurzschrift zur Festhaltung seiner zahllosen Beobachtungen bediente.

Ein weiteres Charakteristikum RADLKOFERs war sein Widerwillen gegen das „Fertigmachen". Es kostete ihn die größte Überwindung, unter eine Arbeit den Schlußpunkt zu setzen, da er allzusehr von der Unvollkommenheit alles Geschaffenen überzeugt war. Immer wieder mußte verbessert, gefeilt und vervollständigt werden. Ich erinnere mich noch gut, wie RADLKOFER bei der Abfassung seiner lateinischen Artdiagnosen unter gänzlicher Mißachtung des Zeitaufwandes oft Viertelstunden nach dem passendsten, wirklich alles am schärfsten erfassenden Ausdruck suchte. Am meisten Sorge machte ihm die angestrebte Vollständigkeit; denn sie konnte nach der Natur seiner Arbeiten wegen des ständigen Neuzugangs von Material eigentlich überhaupt nicht gelöst werden. Diese verlangten eben jedesmal einen entschlossenen Strich unter etwas nur relativ Fertiges. Hierzu aber war RADLKOFER fast nur durch den noch stärkeren Druck einer eingegangenen Verpflichtung zu bewegen. Wie in seinen wissenschaftlichen Arbeiten war RADLKOFER auch in allen persönlichen Angelegenheiten von einer unantastbaren Zuverlässigkeit. Was er zugesagt hatte, das hielt er unverbrüchlich. Dabei hat er es nicht immer leicht gehabt. Denn zu den Arbeiten, die er sich selbst steckte, wurde er von allen Seiten mit Bitten um Bestimmung kritischer Pflanzen förmlich bedrängt, und RADLKOFERs bekannter Ehrgeiz, auch aus dem schlechtesten Fragment noch mit Hilfe seiner anatomischen Methode wenigstens Gattungs- oder Familienzugehörigkeit zu bestimmen, wurde oft weidlich ausgenützt. Hierbei wurde RADLKOFER oft ein Opfer seiner Schwäche, die Herausforderung seiner systematischen Kenntnisse nicht ablehnen zu können. Wie oft zeigte er mir während meiner Assistentenzeit in heller Empörung ganze Faszikel von Pflanzen, die ihm unter dem Titel „an Sapindaceae?" zur Bestimmung zugeschickt worden waren, und von denen schon ich als Anfänger deutlich merkte, daß der Absender sie niemals ernstlich für Sapindaceen gehalten haben konnte. Aber es war nun einmal die stillschweigende Übereinkunft, daß

kritische Pflanzen unter diesem Terminus RADLKOFER vorgelegt wurden, weil er dann, obwohl er die Finte als solche erkannte, nicht widerstehen konnte, den „Stümpern" seine Meisterschaft in der systematischen Findigkeit zu beweisen. Diese grenzte aber auch ans Fabelhafte, da ihn bei seiner schon an sich großen Formenkenntnis noch ein unübertreffliches Gedächtnis für Einzelheiten oder seltsame Merkmalskombinationen unterstützte.

Seine Vorlesungen über Pflanzensystematik haben im Laufe der Jahrzehnte viele Tausende von Medizinern, Pharmazeuten und Naturwissenschaftlern besucht, und Tausende sind nach Absolvierung eines originellen Repetitoriums, bei dem das Faktotum KREUZPOINTNER eine Hauptrolle spielte, bei ihm ins Examen gestiegen. Dr. TREFZ erzählte in der „Süddeutschen Sonntagspost" manch ergötzliches Stückchen aus jenen Tagen, als RADLKOFER noch prüfte. Seine Schwerhörigkeit gab oft zu komischen Mißverständnissen Anlaß. Bei einem Examen kam z. B. die Sprache auf den Löwenzahn, und er fragte den Kandidaten auch nach der lateinischen Bezeichnung „*Leontodon Taraxacum*". Dem Studenten war der lateinische Name durchaus entfallen, aber dem Rhythmus nach wußte er ungefähr, wie er lautete, und er ahmte nur den Tonfall der lateinischen Bezeichnung nach, indem er frech behauptete „Taramtatam taramtatam". „Sehr richtig", sagte RADLKOFER. Einen andern Studenten fragte er nach den Namen verschiedener Arzneipflanzen, schlug ein Herbarium auf und fragte: „Was ist das für eine Pflanze?" „In getrocknetem Zustand kenne ich die Pflanzen nicht", antwortete der Student, worauf RADLKOFER, ohne eine Miene zu verziehen, sagte: „Dann kommen Sie wieder im Sommer, wenn es frische gibt". Vielleicht war das auch eine Antwort auf die allgemein umlaufende, boshafte Legende, daß RADLKOFER keine frischen Pflanzen kenne, sondern sie vielmehr, um sie bestimmen zu können, erst trocknen und pressen müsse.

Auch als er schon längst emeritiert war, nahm er gewissenhaft noch an allen Doktorprüfungen im Fach der Botanik teil und war stets bei den Habilitationen in seinem Fach in irgendeiner Form bei der öffentlichen disputatio vertreten. Es war bewunderungswürdig, wie elastisch er sich noch an allem beteiligte. Bei keinem öffentlichen Anlaß der Universität, bei keiner Fakultäts- oder Senatsitzung fehlte RADLKOFER, der langjährige Nestor des Münchener corpus academicum. Es war ihm Bedürfnis und Ehrensache, zu den Rechten auch alle Pflichten, selbst die, von denen ihn sein hohes Alter ohne weiteres befreit hätte, getreulich auf

sich zu nehmen. Beim Festzug der Hundertjahrfeier der Münchener Universität marschierte er noch als 96jähriger tapfer mit!

Ernstliche Krankheiten hat RADLKOFER bis zu seinem Tode nicht kennengelernt, und ein kleiner Unfall, der ihm noch in seinem letzten Lebensjahr begegnete, ließ ihn fast unberührt. Eines Tages wollte er der eben abfahrenden Elektrischen noch nachlaufen, stolperte und fiel. Blutend trug man ihn ins Botanische Institut zurück, das er eben erst verlassen hatte. Am nächsten Tage aber erschien er schon wieder, als ob überhaupt nichts vorgefallen wäre.

Seit jeher hat RADLKOFER in seiner Tätigkeit die sogen. englische Arbeitszeit eingehalten. Er kam gewöhnlich gegen 10 Uhr ins Institut und arbeitete durch bis 3 Uhr; dann fuhr er zum Essen nach Hause. Solange das Institut noch inmitten der Stadt in der Karlstraße lag, kam er auch fast regelmäßig abends noch auf 2—3 Stunden. Bis zum Schluß hat er unermüdlich mikroskopiert, gelesen und geschrieben. Seine Augen blieben ihm bis in die letzten Tage treu. Seine Schwerhörigkeit, eine alte Schwäche, steigerte sich erst in seinem 95. Lebensjahr zu einem wirklichen Übel. Für die Zähigkeit und den Lebenswillen dieses Mannes spricht wohl am besten die ungeduldige Bemerkung, mit der er mich ein halbes Jahr vor seinem Tode empfing. Da sagte er allen Ernstes: „Es ist recht mißlich! Ich höre fast nichts mehr. Wenn das so weitergeht, werde ich mich wohl noch zu einem Hörrohr entschließen müssen.“ Von uns allen erwartete gewiß er selbst seinen 100. Geburtstag mit der größten Zuversicht. Leider hat er in diesem festen Glauben auch nicht rechtzeitig die letzte Hand an seine große Sapindaceen-Monographie gelegt, die doch schon längere Zeit im Entwurf fertig vorlag. Doch dürfte die Herausgabe dieses, seines eigentlichen Lebenswerkes nunmehr trotzdem gesichert sein, da die Bayerische Akademie der Wissenschaften sich für die Rettung dieser Riesenarbeit lebhaft interessiert.

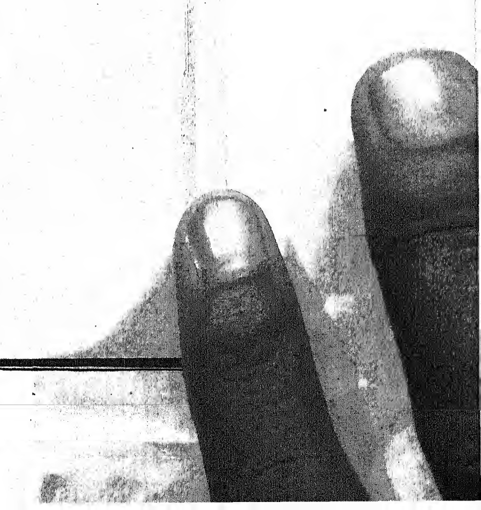
Die Zahl seiner Veröffentlichungen, die seit 1865 sich fast ausschließlich mit rein systematischen Dingen, einschließlich ihrer anatomischen Untersuchung, beschäftigten, war sehr groß. Auf ihre Aufzählung kann hier aber verzichtet werden. Erwähnt sei nur als eine der wichtigsten „Über die Methoden in der botanischen Systematik, insbesondere die anatomische Methode“ (1883). Noch 14 Tage vor seinem Tode las er die Korrekturbogen zu einer letzten Veröffentlichung. Es war ihm leider nicht vergönnt, sein größtes Werk, das nun posthum erscheinen soll, selbst gedruckt su sehen.

Das private Leben RADLKOFERs verlief, der Bescheidenheit seines Charakters entsprechend, ohne besondere Ereignisse.

1866 gründete er sich mit Frl. MATHILDE JAKUBETZKY seinen eigenen Hausstand. Die zarte, schöngeistige Frau gab ihm alle Wärme und Weichheit, die er vielleicht im Elternhaus vermißt hatte. Sie mußte viel mit der Wissenschaft teilen und tat es mit selbstloser Güte. Wurden bei langen, wissenschaftlichen Reisen die Briefe spärlich, so beginnen ihre sanften Vorwürfe mit den Worten „Trotz meiner bekannten Vorliebe für die Sapindaceen . . .“. Leider starb sie schon früh, 1884, an einem Lungenleiden. Die letzten 43 Jahre seines Lebens verbrachte RADLKOFER, da seine Ehe kinderlos geblieben war, allein.

In seinen wenigen Erholungsstunden konnte er ein äußerst witziger, liebenswürdiger Gesellschafter sein. In den Gesellschaften „Harbni“ und „Die Zwanglosen“ war er ein hochgeschätzter Tischredner und fröhlicher Genosse. Jener boshafte Mathematikerwitz, bei dem ihn ein Kollege nach der x-ten Permutation des Namens RADLKOFER fragte und dann selbst die Lösung „O fader Kerl“ gab, stimmte also sachlich keineswegs und war nur die ganz unverdiente Kränkung eines harmlosen Menschen, aus reiner Spottsucht und Geistreichelei geboren. Seine Nüchternheit war eben vielen unbegreiflich. Die üblichen Vergnügungen kannte RADLKOFER nicht. Belletristik las er nie. Er besuchte weder Theater noch Konzerte. Nur auf das Oktoberfest ging er als echter Münchener jedes Jahr bis zu seinem Tode.

Wenn auch die großen Reisen seiner Jugend — er hatte einmal ein halbes Jahr zu Studienzwecken in einem Franziskanerkloster auf der damals noch einsamen Insel Lesina in Dalmatien verbracht — ihm mit zunehmendem Alter beschwerlicher wurden, reiste er doch immer noch gern, bis der Krieg den Süden verschloß. Kaum ein Mensch wußte, daß er ein heimlicher Verehrer der Bergwelt war. Mit 73 Jahren war RADLKOFER allein über die Langkofelscharte gewandert, und mit 83 Jahren bestieg er noch den Schlern bei Bozen. Diesem innigen Verhältnis zu den Bergen verdankte ich auch die gütige Beurteilung meiner eigenen alpinen Exkurse und mancher versäumten Stunde in meiner Assistentenzeit. Als ich einmal von einer Hochtour während des Semesters schneeblind heimkehrte und mir selbst wegen der daraus folgenden Versäumnis meiner Arbeitszeit die schwersten Vorwürfe machte, ging RADLKOFER über die Sache nicht nur nachsichtig hinweg, sondern forderte mich sogar in der besorgtesten Weise auf, doch ja meine Augen beim Mikroskopieren zu schonen! Was hatte man mich als Student gewarnt, eine Assistentenstelle bei RADLKOFER anzunehmen! Es galt den meisten gleichbedeutend,



als wollte ich meine akademische Freiheit an einen rücksichtslosen, unerbittlichen Sklavenhalter verkaufen. Ich wagte es trotzdem und brauchte es nicht zu bereuen, da mir mein Chef trotz mancher Absonderlichkeit dauernd das größte Wohlwollen und auch in persönlichen Angelegenheiten jedes Entgegenkommen bewies. Erst im näheren Umgang mit dem verschlossenen und oft mürrisch dreinschauenden Manne war die echt menschlich-vornehme Gesinnung Radlkofers kennen zu lernen. Und viel ist ihm von Fernerstehenden, die nur nach dem Schein urteilten, unrecht getan worden.

Es ist zweifellos im Sinne des Verstorbenen, den wahre Bescheidenheit auszeichnete, wenn hier von der Aufzählung der Ehrungen abgesehen wird, die ihm hauptsächlich in Form von Ehrenmitgliedschaften zuteil wurden. Er hat sich zeitlebens als Unvollendeten und unermüdlich Lernenden angesehen, wofür sein Lieblingsspruch aus den Elegien des Solon Zeugnis ablegen mag: „*Γηράσκω, δ'αἰεί πόλλα διδασκόμενος.*“ „Ich werde alt, doch immer noch hab viel ich zu lernen.“

Mit Radlkofer ist einer von der alten Gilde dahingegangen, die wie eine Reliquie aus längst vergangenen Zeiten in der Hetzjagd unserer raschlebigen Tage dastand. Unerschüttert von allem, was rings um ihn vorfiel, selbst von den tief aufwühlenden Ereignissen des Krieges äußerlich unberührt, lebte Radlkofer sein stilles Leben des Gelehrten. Was manche ihm in jenen, von Leidenschaft erfüllten Kriegsjahren als Stumpfheit und Gleichgültigkeit auslegten, das war nur die abgeklärte Weisheit des Alters, und wer damals näher mit ihm in Berührung kam, der konnte gar manches Wort tiefster Bewegung über das Schicksal unseres Vaterlandes vernehmen. Er hatte es längst herannahen sehen. Das „timeo Danaos“ sagte er wiederholt mit Bezug auf die Angelsachsen. „Ich kenne die Engländer, wir werden es schwer haben“, war sein ständiges Argument. Aber in Gesinnungen und Handlungen war auch er im besten Sinne des Wortes ein aufrechter, deutscher Mann!

Heinrich Schenck.

Von

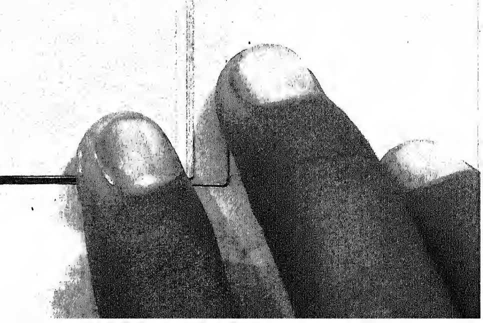
M. MÖBIUS.

(Mit Bildnistafel.)

Wir waren seit vierzig Jahren miteinander befreundet, und ich dachte immer, er würde einmal meinen Nekrolog schreiben, denn er war bis vor wenigen Jahren das Bild von Kraft und Gesundheit und hatte alle Aussichten, ein hohes Alter zu erreichen, da sein Vater fast 92 und seine Mutter fast 88 Jahre alt geworden waren. Nun aber hat ihn eine heimtückische Krankheit dahingerafft, die ihn vor einigen Jahren befiel, und die er mit bewundernswürdiger Standhaftigkeit ertragen hat. Trotz der Schmerzen im Kopf setzte er die Vorlesungen fort und gab sie erst im letzten Sommer auf, indem er sich durch seinen Assistenten, Dr. HANS HEIL, vertreten ließ, der ihn auch schon vorher im Praktikum tatkräftig unterstützt hatte. Am 25. Juni 1927 ist er seinen Leiden erlegen, das auf einem Carcinom in Nase und Stirnhöhle beruhte, und von dem ihm Operationen und Bestrahlungen nur vorübergehende Linderungen schaffen konnten.

JOHANN HEINRICH RUDOLF SCHENCK wurde am 31. Januar 1860 in Siegen geboren als Sohn des Dr. med. MARTIN SCHENCK und der JOHANNA SCHENCK, geb. DRESLER. Es waren sechs Geschwister, zwei Schwestern und vier Brüder, die alle später auch im akademischen Beruf standen, und von denen HEINRICH der zweite war. Er besuchte die Elementarschule und Realschule erster Ordnung in Siegen und ging Ostern 1879 nach bestandenem Abiturium zur Universität, um Naturwissenschaften zu studieren. Die Anregung dazu und speziell zur Botanik hat er schon im väterlichen Haus erhalten, da sein Vater sich aus Liebhaberei mit diesem Fach, und zwar besonders mit dem Studium der Gräser, über die er auch einige Arbeiten veröffentlicht hat, beschäftigte. Sehr viel trugen ferner dazu bei die Reisen, die der Vater jährlich nach Tirol unternahm, wobei er dann die Söhne mitnahm und ihnen die Schönheiten und einzelnen Gegenstände der Gebirgsnatur zeigte.

Die erste Universität, die SCHENCK besuchte, war Bonn, wo er bis zum Herbst 1880 blieb, um dann sein Einjährigenjahr in



Marburg beim hessischen Jägerbataillon Nr. 11 zu absolvieren. Im Winter 1881/82 setzte er sein Studium in Berlin fort, wo er von Botanikern besonders EICHLER und SCHWENDENER hörte. Der Sommer 1882 wurde durch eine militärische Übung in Anspruch genommen, und im Wintersemester 1882/3 studierte er wieder in Bonn. Hier blieb er, arbeitete bei STRASBURGER und promovierte auch bei ihm mit einer Arbeit über die Bildung von zentrifugalen Wandverdickungen an Pflanzenhaaren und Epidermen (1). Das war eine ganz wichtige und zeitgemäße Arbeit, in der er zeigte, daß auch bei zentrifugaler Verdickung die Appositionstheorie, die kurz vorher von SCHMITZ und STRASBURGER der NÄGELIschen Intussusceptionstheorie gegenüber begründet worden war, auch bei zentrifugaler Verdickung anwendbar ist. Im Jahre darauf brachte NOLL den experimentellen Beweis für die Apposition durch seine Untersuchungen an Meeressiphoneen. An diese Dissertation anschließend veröffentlichte SCHENCK zwei Jahre später einen kleinen Aufsatz über die Stäbchen der Marattiaceen (11). Er wies nach, daß es sich dabei nicht um Cuticularverdickungen handelt, sondern um eine Schleimsubstanz, die vermutlich durch feine Poren in den Membranen von den Zellen in die Intercellularen abgeschieden wird, ähnlich wie die nach außen abgesonderten Wachsstäbchen entstehen. Schon vorher (10) hatte er sich mit der Auskleidung der Intercellulargänge beschäftigt, die man für Plasma gehalten hatte, die aber nach ihm in genetischer Beziehung zur Mittellamelle steht.

Es folgt nun eine Reihe von Untersuchungen über Wasserpflanzen, und in deren Mitte steht die selbständig herausgegebene Arbeit „Biologie der Wassergewächse" (2). In ihr gibt uns der Verfasser ein sowohl aus eigenen Beobachtungen als auch aus den Untersuchungen zahlreicher anderer Forscher gewonnenes Gesamtbild von der Lebensweise der Wassergewächse, einer Pflanzengruppe, die durch das eigenartige Medium, das sie bewohnt, sehr geeignet zu einer solchen Zusammenfassung erscheint. Er teilt sie ein in die submersen und schwimmenden Gewächse und zeigt, daß jede Formation durch ihre morphologischen und biologischen Eigentümlichkeiten als eine wohlcharakterisierte aufzufassen ist. Allerdings beschränkt er sich dabei auf Mitteleuropa und schließt die Algen aus. Hier erkennen wir schon seinen scharfen Blick für die Ähnlichkeiten und Verschiedenheiten im Bau der Pflanzen, den er dann auch später bei allen Darstellungen von solchen biologischen oder pflanzengeographischen Gruppen zeigte, und der ihn auch zu einem guten Systematiker befähigt hätte.

Anschließend an das genannte Werk schrieb er noch seine Anatomie submerser Gewächse (3), die er nach den Organen Blatt, Stamm, Wurzel in drei Abschnitte gliederte und mit vorzüglichen Abbildungen versah. Später hat er die Wasserpflanzen für das Handwörterbuch der Naturwissenschaften bearbeitet (3). Hier haben wir zunächst noch zu erwähnen die Abhandlung über das Aërenchym (15), mit der er sich 1889 an der Bonner Universität habilitierte. Den Namen Aërenchym gab er einem Gewebe, das gleich dem Kork aus einem Folgemeristem entsteht, wenn bei gewissen Pflanzen die Stengel und Wurzeln unter Wasser wachsen. Es ist ein vorzügliches Beispiel für den Einfluß äußerer Lebensbedingungen auf die Gewebedifferenzierung der Pflanzen, denn dasselbe Phellogen erzeugt im Stamme Kork, wenn er sich in der Luft, Aërenchym, wenn er sich im Wasser befindet; natürlich sind aber nur gewisse Pflanzen zu dieser doppelten Bildung fähig. Zu dieser Gruppe von Schriften können wir noch rechnen die über die Luftwurzeln von *Avicennia tomentosa* und *Laguncularia racemosa* (16). Größe, Ort der Anlage und anatomischer Bau werden beschrieben und dabei wird festgestellt, daß *Laguncularia* wesentlich von *Avicennia* und *Sonneratia* abweicht, besonders durch das so merkwürdig gebaute Phloem.

Als eine kleinere systematische Arbeit aus dieser Zeit haben wir dann zu erwähnen die Abhandlung über die Utricularien (12), in der er die Morphologie, Anatomie und Lebensweise von *U. montana* und als neue Art *U. Schimperi* beschrieb. Von beiden hatte ihm sein Freund und Kollege A. F. W. SCHIMPER Material in Alkohol und Notizen über die Vegetation der Pflanzen von seiner westindischen Reise aus Dominica mitgebracht. Er selbst hatte vorher zusammen mit SCHIMPER von 1886 bis 1887 eine Reise nach Brasilien unternommen, wobei sie von Mitte September bis Anfang November 1886 in der Kolonie Blumenau den Umgang mit FRITZ MÜLLER genießen durften, der ihnen als sachkundiger Führer natürlich von hohem Werte war. Aber auch FRITZ MÜLLER hatte große Freude an diesem Besuch, denn, wie ALFRED MÖLLER, der später dort war, schreibt[1]), „erinnerte er sich mit sichtlicher Wärme der prächtigen Monate, die er in eifrigem Umherstreifen mit den beiden, ihm schnell lieb gewordenen jungen Freunden verbracht hatte, und er folgte bis an sein Lebensende mit treuer Teilnahme den Schicksalen und Arbeiten beider. Ihnen zur Er-

---

1) Aus FRITZ MÜLLER, Werke, Briefe und Leben. Herausgegeben von ALFRED MÖLLER. Bd. III. (Jena 1920.) S. 130.

innerung ließ er ein Bild anfertigen, das 1886 in der Gartenlaube erschienen ist."

Wenn wir bedenken, welche Fülle von Eindrücken einem empfänglichen Geist wie dem unseres SCHENCK eine so überreiche Tropenlandschaft bietet, so können wir ermessen, welchen Gewinn ihm in seiner ganzen botanischen Anschauung die Reise gebracht haben muß, auch wenn wir nicht auf die Einzelheiten eingehen.

Reiches Material brachte er mit, und da er dabei die SCHWEINFURTHsche Methode, Herbarpflanzen mit Spiritus zu durchtränken und in Blechkisten zu verschließen, so bewährt befunden hatte, empfahl er sie später in einer kleinen Mitteilung (13). Das Mitgebrachte ließ er großenteils durch Spezialisten bearbeiten; die Algen z. B. durfte der Verfasser dieses Nachrufs übernehmen (*Hedwigia*, 1889. S. 309—347. Taf. X u. XI).

Er selbst hatte sich als Arbeitsgebiet die Lianen ausersehen, deren Bearbeitung die nächsten Jahre gewidmet waren. Er hielt sich längere Zeit zur Bestimmung der gesammelten Arten in Berlin auf und arbeitete sonst wieder im botanischen Institut in Bonn. Unter dem Titel: „Beiträge zur Biologie und Anatomie der Lianen, im Besonderen der in Brasilien einheimischen Arten" erschien dann sein großes Buch als Heft 4 und 5 von SCHIMPERs Botanischen Mitteilungen aus den Tropen, 1892 und 93; der erste Teil behandelt die Biologie, der zweite die Anatomie (4). Es ist seitdem keine so umfassende Darstellung von diesem Gegenstand erschienen, und es wird wohl auch keine bessere Einteilung der Lianen nach der Art und Weise ihres Kletterns gegeben werden können, so daß wir diese hier wenigstens wiedergeben wollen. SCHENCK unterscheidet: Spreizklimmer, Wurzelkletterer, Windepflanzen und Rankenpflanzen; die letztgenannten teilt er wieder in Blattranker, Blattkletterer, Astranker mit dünnen Fadenranken, mit Uhrfederranken, Hakenklimmer und Zweigkletterer. Wir finden ferner eine tabellarische Übersicht über das Vorkommen von Lianen in den Familien des natürlichen Systems und wertvolle Angaben über die geographische Verbreitung der Lianen. In der Anatomie hat er für die spezielle Darstellung die Anordnung nach dem System gewählt, „weil die verschiedenen Typen des Dickenwachstums an ein und demselben Stamm kombiniert auftreten können, und weil bei einer solchen Anordnung der phylogenetische Gesichtspunkt mehr in den Vordergrund tritt, und ferner auch die Benutzung der Angaben für systematische Zwecke erleichtert wird". Besonderen Wert hat er auf eine möglichst vollständige Abbildung der wichtigsten Typen von Lianenstämmen gelegt und dank seiner

Zeichenkunst eine große Anzahl prächtiger Tafeln angefertigt, zu deren Druck die Königliche Akademie der Wissenschaften in Berlin die erforderlichen Mittel bewilligte. Diese Tafeln geben schon ein gutes Bild von dem wunderbaren Bau, den viele dieser tropischen Lianen zeigen. Es waren dazu auch besonders große Querschnitte notwendig, für deren zweckmäßigen Einschluß er noch die Anweisung gab (20). Vorher schon hatte er im naturhistorischen Verein in Bonn eine kleine Mitteilung gemacht über die durch FRITZ MÜLLER zuerst bekannt gewordenen Zweigklimmer (17). Auch für die Lianen hat er den Artikel im Handwörterbuch der Naturwissenschaften übernommen.

Im Anschluß an das Lianenbuch erschien 1893 eine Abhandlung über den Einfluß von Torsionen und Biegungen auf das Dickenwachstum einiger Lianenstämme (19), in der Versuche mit hier wachsenden Lianen beschrieben werden, die zeigen, wie starke Torsionen diese Stämme, besonders *Aristolochia tomentosa*, vertragen, ohne daß ihre Struktur zerstört wird. Sodann war seine Darstellung, nach der in Lianenstämmen das Dilatationsparenchym, das die Zerklüftungs- und sekundären Neubildungsprozesse hervorruft, an Ort und Stelle aus Markstrahlparenchym hervorgehen soll, von GILG und WARBURG angegriffen worden. Eine erneute Untersuchung (24) über die Entstehung des Dilatationsparenchyms ergab ihm, daß in vielen Fällen seine eigene Auffassung zu Recht besteht, daß es aber auch etwas anders sein kann, indem sich, wie WARBURG will, vom Kambium oder von der Rinde aus Dilatationsinitialen bilden, die in das Gewebe eindringen, ja, es kann beides zugleich vorkommen.

Ein Jahr vorher (1894) war die erste Auflage der Bonner Botanik, des sog. Viermännerbuchs, erschienen (8). Man weiß, welchen ungeheuren Erfolg dieses Lehrbuch gehabt hat, das jetzt in der 16. Auflage vorliegt. Das Botanische Institut zu Bonn vereinigte zu Anfang der neunziger Jahre eine Anzahl hervorragender Botaniker: STRASBURGER als Direktor, SCHIMPER als außerordentlichen Professor und NOLL und SCHENCK als Privatdozenten. Da war es wohl STRASBURGER, der auf den Gedanken kam, gemeinsam ein Lehrbuch zu verfassen, das durch Verteilung der einzelnen Abschnitte auf mehrere Gelehrte, die das Teilgebiet gut beherrschten, einen höheren Wert und größere Brauchbarkeit erlangen würde, als wenn es von einem geschrieben würde, der doch nicht auf allen Gebieten gleich bewandert sein kann. So übernahm STRASBURGER die Anatomie und Morphologie, NOLL die Physiologie, SCHENCK die Kryptogamen und SCHIMPER die Systematik der

Phanerogamen. Von diesen vier hat SCHENCK am längsten ausgehalten, nachdem die anderen gestorben und durch neue Mitarbeiter ersetzt waren. An seinem Grabe hat noch JOST, der 1901 an NOLLs Stelle getreten war, aber jetzt auch zurückgetreten ist, im Namen der Mitarbeiter gesprochen und SCHENCKs Verdienste um das Lehrbuch hervorgehoben: nicht nur, daß er sein Gebiet mit außerordentlichem Geschick bearbeitet und mit jeder neuen Auflage wieder auf die Höhe des gegenwärtigen Forschungstandes gebracht hat, sondern er hat es auch verstanden, bei den Konferenzen der Mitarbeiter, die vor jeder neuen Auflage nötig waren, alles zu ordnen und die manchmal gefährdete Übereinstimmung wiederherzustellen. Seine Mitarbeit an dem Lehrbuch macht einen bemerkenswerten Teil seiner wissenschaftlichen Tätigkeit aus.

Von seinen übrigen Werken bilden dann eine besondere Gruppe die pflanzengeographischen, und der Mitarbeit an dem Lehrbuch können wir gegenüberstellen seine Tätigkeit als Mitherausgeber der bekannten Vegetationsbilder in Gemeinschaft mit G. KARSTEN, dem er auch freundschaftlich von Bonn her verbunden war (5). Im Jahr 1903 begründeten sie dieses Sammelwerk, dessen Nützlichkeit wohl von allen anerkannt wird, die sich mit Pflanzengeographie befassen. Was stand früher an Anschauungsmaterial dem zu Gebote, der dieses Gebiet studieren oder der eine Vorlesung über dieses interessante Thema halten wollte? Der Verfasser dieses Nachrufs weiß es aus eigener Erfahrung, als er 1897 zum ersten Mal ein Kolleg über Pflanzengeographie las, wie mühsam man sich aus allen möglichen Büchern die Abbildungen zusammen suchen mußte. Auch SCHIMPERs Pflanzengeographie, die 1898 erschien, half diesem Mangel nicht in genügendem Maße ab. Wie es in dem Nachruf heißt, der einem der letzten Hefte der Vegetationsbilder beigegeben ist, verdanken diese ihrem Mitbegründer und Mitarbeiter SCHENCK einen guten Teil des Erfolges, den sie aufzuweisen haben. Er selbst hat herausgegeben: das 1. Heft, Südbrasilien, das 3. Tropische Nutzpflanzen, I., das 7., Strandvegetation Brasiliens, das 4. der 3. Reihe: Mittelmeerbäume, das 5. und 6. der 6. Reihe: Alpine Vegetation, das 8. der 8. Reihe: Tropische Nutzpflanzen, II., das 5. der 12. Reihe: Flechtenbestände, und das 5. und 6. der 14. Reihe: Vegetationsbilder aus der Sierra de Mixteca, Mexiko.

Man kann wohl sagen, daß die von ihm verfaßten Hefte und seine Bilder zu den besten des ganzen Werkes gehören. Besonders schön ist das letztgenannte Heft aus Mexiko, das Resultat einer Reise, die er im Spätsommer und Herbst 1908 dorthin unternommen hatte, zusammen mit dem Garteninspektor PURPUS, dessen in Mexiko

lebender Bruder, der bekannte Kakteensammler, ihnen durch seine Landeskenntnis vielfach beistehen konnte. Auch von dieser Reise wurde wieder reiches Material mitgebracht, unter anderem Ameisenakazien, über die er dann zwei Arbeiten veröffentlichte (38, 39).

Pflanzengeographisch wertvoll ist ferner seine Bearbeitung der Hinterlassenschaft SCHIMPERs, der an der Tiefsee-Expedition auf dem Dampfer „Valdivia" unter CHUNS Leitung 1898/99 als Botaniker teilgenommen hatte, aber zweiundeinhalb Jahr nach der Rückkehr von der Expedition an den Folgen afrikanischer Malaria gestorben war (1901), ohne die Bearbeitung des gesammelten Materials bis zur Publikation zu fördern. Was von SCHIMPERschen Aufsätzen und Notizen sowie Abbildungen vorhanden war, hat nun SCHENCK verwertet und durch eigene Forschungen und weitere Bilder, die meisten von der Künstlerhand ANHEISSERs gezeichnet, ergänzt. So sind in den wissenschaftlichen Ergebnissen der deutschen Tiefsee-Expedition drei größere Abschnitte erschienen: über die subantarktischen Inseln und Kerguelen, über St.-Paul und Neu-Amsterdam und über die canarischen Inseln (6). „Das Studium der Literatur über die Canaren" — sagt SCHENCK im Vorwort — „gab mir Veranlassung, die SCHIMPERschen Fragmente zu einer Gesamtdarstellung der Vegetationsregionen dieses Archipels zu ergänzen; sie enthält zwar noch viele Lücken, indessen hoffe ich, daß sie wenigstens zukünftige Forschungen erleichtern werde."

Wir erhalten in diesen Arbeiten eine vorzügliche Darstellung von dem pflanzengeographischen Charakter jener Gebiete, und ganz besonders wertvoll scheint mir das für die bisher noch weniger als die Canaren bekannten subantarktischen Inseln zu sein. Da er sich nun mit der Flora der letzteren vertraut gemacht hatte, so übernahm er gern die Bearbeitung der Gefäßpflanzen, die der Botaniker EMIL WERTH und der Zoologe ERNST VANHÖFFEN auf der deutschen Südpolar-Expedition (1901—1903) gesammelt hatten, und die ihm wohl durch den Leiter der Expedition, seinen Freund ERICH VON DRYGALSKI, übermittelt worden waren (7). Neue Arten konnten dabei nicht konstatiert werden, während die niederen Kryptogamen durch die Expedition einen recht bedeutenden Zuwachs erfahren haben.

SCHENCKs übrige Arbeiten können wir hier nicht im einzelnen besprechen. Die Erforschung der Lebenserscheinungen, wie sie sich in der Entwicklung und bei Störungen der Entwicklung zeigt, lag ihm besonders nahe. Hierhin gehören seine Studien über die Jugendformen von Gymnospermen (22) und Farnen. Über letztere hat er zwar nichts publiziert, aber eine Menge von Notizen und

Abbildungen dazu gesammelt. Hierhin gehören ferner seine Arbeiten über Fasciationen, für die er sich lebhaft interessierte (43, 45, 47) und über die Pyramideneiche (42). Eine seiner letzten Arbeiten ist eine literarische Studie (46), eine Untersuchung darüber, wie der Maler MARTIN SCHONGAUER schon um 1470 dazu gekommen ist, den Drachenbaum darzustellen, von dem wir die erste botanische Abbildung bei CLUSIUS (1564) finden. Sie zeigt uns die Vielseitigkeit unseres SCHENCKs, der auch die alten Meister recht gut kannte.

Wie uns das am Schluß zu findende Verzeichnis seiner Schriften zeigt, ist es recht viel, was er geschrieben hat, und es ist, abgesehen von der chemischen Physiologie und Vererbungslehre, kaum ein Gebiet, das er nicht berührt hätte. Und was er uns gibt, ist immer wertvoll, nichts halbes und farbloses, sondern es sind gründliche, die Wissenschaft fördernde Arbeiten, es ist einfache, echte Botanik, bei der es sich um die Pflanze selbst, nicht um physikalische oder mathematische Probleme handelt!

Der Lebensgang des Verstorbenen war ziemlich einfach. Wir haben ihn schon verfolgt bis zur Habilitation (1889) und auch die beiden großen Forschungsreisen nach Brasilien und Mexiko erwähnt. Im Jahre 1896 erhielt er den Ruf als Ordinarius der Botanik an die polytechnische Hochschule in Darmstadt, mit dessen Annahme er die Nachfolge DIPPELs antrat, des rühmlichst bekannten Mikroskopikers und Dendrologen, der damals noch in Darmstadt im Ruhestand lebte (40). Ihm war die reiche Sammlung an Holzgewächsen zu danken, mit denen er den großen und schön gelegenen botanischen Garten daselbst ausgestattet hatte. Dieses wertvolle Vermächtnis konnte kaum besseren Händen anvertraut werden als denen SCHENCKs, unter dessen Leitung der Garten nicht nur vergrößert, sondern auch zu einem der besten in Deutschland wurde. Besonders an Kakteen erhielt der Garten reiches Material durch den in Mexiko lebenden Bruder des Inspektors, und so wurde auch unter den neuerbauten Gewächshäusern ein besonders großes für die Succulenten errichtet. Die Freude und der Stolz, mit dem der Direktor die Besucher durch diesen Garten führte, waren sehr berechtigt.

Die Vorlesungen, die er an der Hochschule hielt, wurden hauptsächlich von Apothekern und Chemikern besucht, aber auch Naturwissenschaftler, die dann ihr Examen anderswo ablegten, hatte er zu Zuhörern und Praktikanten. Die anfangs sehr beschränkten Verhältnisse des botanischen Unterrichts wußte er zu verbessern und seinen Wünschen und Bedürfnissen entsprechend

auszugestalten. Innerhalb des Polytechnikums entstand ein botanisches Institut mit eigenem Hörsaal, das er nur mit seinem Kollegen und Freund, dem Geheimrat HEYL, dem Pharmakognosten, teilte. Bald war auch eine Demonstrationssammlung geschaffen, eine reiche Sammlung von Diapositiven, die er größtenteils selbst herstellte, eine Bibliothek. Die große Entfernung zwischen Institut und Garten war zwar ein Übelstand, doch verstand SCHENCK, für beide zu sorgen.

Mit großem Eifer widmete er sich den Exkursionen, auf denen er seine Zuhörer mit der Flora der näheren und weiteren Umgebung Darmstadts oder auch des Hochgebirges bekannt machte. Noch im Jahre 1924, als er schon recht leidend war, unternahm er mit einer größeren Anzahl Studenten eine Exkursion nach Tirol und Vorarlberg und erstieg Höhen von 3000 m.

Eine besondere Liebhaberei von ihm waren auch die Pilzexkursionen im Spätsommer und Herbst, auf denen er nicht nur Massen von Speisepilzen sammelte, sondern alles beachtete, was an sog. Schwämmen zu finden war, so daß er ein guter Pilzkenner wurde. Von Baumschwämmen konnte er eine schöne Sammlung anlegen. An Sammlungen überhaupt hatte er sehr viel Freude, er war eine richtige Sammlernatur: ein großes Herbarium war in seinem Privatbesitz und das Institutsherbarium wurde von ihm neu geordnet. Neben Pflanzen sammelte er aber auch Schmetterlinge und Schnecken und brachte eine recht vollkommene und gutgeordnete Sammlung der Conchylien des Bergstraßengebietes zusammen. Wie schon angedeutet, sammelte er auch Gegenstände der Kunst und des Kunsthandwerks, wie Kunstschriften. Zuletzt hatte er sich auf Münzen geworfen. Charakteristisch für ihn war die Ordnung und Sauberkeit, die in seinen Sammlungen herrschte, für die er die Behälter, soweit möglich, selbst anfertigte, und in denen er alles mit seiner zierlichen Schrift sorfältig etiquettierte. Er besaß ein großes manuelles Talent, das er in den Mußestunden zu Papp- und Schnitzarbeiten verwandte, er war auch ein geschickter Zeichner und hat viele Wandtafeln für den Unterricht selbst angefertigt.

Was seine Familienverhältnisse anbetrifft, so vermählte er sich 1890 mit seiner Jugendfreundin MARIE SCHWARZ, mit der er bis zuletzt in harmonischer Ehe lebte und die ihm in der letzten schweren Zeit eine treubesorgte Pflegerin war. Aus der Ehe gingen vier Töchter hervor, von denen die zweite bei KLEBS promoviert und auch wieder einen Botaniker, Dr. WALTER in Heidelberg,

geheiratet hat. Nach einigen Jahren des Aufenthalts in Darmstadt (1901) kaufte sich Schenck ein Haus an der Mathildenhöhe, das bis zum Krieg die Familie allein bewohnte. Ganz besonders wert war ihm der Garten an seinem Haus, den er mit immer neuen Pflanzen zu schmücken suchte. Viele brachte er von seinen Exkursionen mit und hatte seine Freude daran, wenn sie im Garten weiterwuchsen und sich vermehrten. Immer wieder konnte ich etwas Neues bewundern, wenn er mich bei einem Besuch in Darmstadt in seinem Garten herumführte.

In seinem Hause wurde die Geselligkeit in schönster Weise gepflegt, denn er wie seine Gemahlin waren durchaus gesellige Naturen und gern fröhlich mit den Fröhlichen. Das wissen auch alle seine Kollegen, die ihn besucht oder auf Reisen oder Botanikerversammlungen getroffen haben. Es gab aber noch intimere „Kongresse", die er ins Leben gerufen hatte, und deren Seele er war, einfache gesellige Zusammenkünfte, bei denen wir mit den Kollegen von Aschaffenburg (Dingler), Gießen (Hansen), Marburg (Diels), Heidelberg (Jost) und mit seinem treuen Begleiter aus Darmstadt, Heyl, an einem der erwähnten Orte oder in Frankfurt uns trafen. Nun sind leider schon zwei aus diesem Kreis abgeschieden, aber wir Überlebenden und alle, die ihn persönlich kannten, werden den Verlust eines solchen Mannes betrauern, der nicht nur ein tüchtiger Gelehrter, sondern auch ein vorzüglicher Charakter war, ein Mensch, auf den man sich verlassen konnte, der vom reinsten Wohlwollen erfüllt und für alles Große und Gute empfänglich war.

Chronologisches Verzeichnis der Schriften von Heinrich Schenck.

I. Selbständige Schriften:

1. Untersuchungen über die Bildung von zentrifugalen Wandverdickungen an Pflanzenhaaren und Epidermen. (Inaugural-Dissertation. Bonn 1884. 42 S. mit 1 Doppeltafel.)
2. Die Biologie der Wassergewächse. Mit 2 Tafeln. 8°, 162 S. Bonn (M. Cohen & Sohn) 1886.

II. Teile von Sammelwerken:

3. Vergleichende Anatomie der submersen Gewächse. Mit 10 Tafeln. 4°, 67 S. (Bibliotheca Botanica, Heft I. Cassel [Th. Fischer] 1886.)
4. Beiträge zur Biologie und Anatomie der Lianen, im Besonderen der in Brasilien einheimischen Arten. I. Teil: Beiträge zur Biologie der Lianen. Mit 5 Tafeln. XV+253 S. — II. Teil: Beiträge zur Anatomie der Lianen. Mit 12 Tafeln und 2 Zinkographien i. T., XIV+271 S. — in Bot. Mitteilungen aus den Tropen, herausg. v. A. F. W. Schimper. Heft 4, 1892 und Heft 5, 1893.

5. Vegetationsbilder. Herausg. von Dr. G. KARSTEN und Dr. H. SCHENCK. Jena, bei GUSTAV FISCHER, 1903 — Gegenwart. Von SCHENCK selbst sind: I. Reihe (1903), Heft 1, Südbrasilien. Heft 3, Tropische Nutzpflanzen, I. Heft 7, Strandvegetation Brasiliens. III. Reihe (1905-6), Heft 4, Mittelmeerbäume VI. Reihe (1908), Heft 5/6, Alpine Vegetation. VIII. Reihe (1910—11), Heft 8, Tropische Nutzpflanzen, I. XII. Reihe (1914/15), Heft 5, Flechtenbestände. XIV. Reihe (1921/22), Heft 5/6, Vegetationsbilder aus der Sierra Mixteca (Mexico).
6. Wissenschaftliche Ergebnisse der Deutschen Tiefsee-Expedition auf dem Dampfer „Valdivia", II. Band.
   I. Vergleichende Darstellung der Pflanzengeographie der subantarktischen Inseln, insbesondere über Flora und Vegetation von Kerguelen. (Mit Einfügung hinterlassener Schriften A. F. W. SCHIMPERs. S. 1—178. Mit 11 Tafeln und 33 Abbildungen im Text. 1905.)
   II. Über Flora und Vegetation von St. Paul und Neu-Amsterdam. (Mit Einfügung hinterlassener Berichte A. F. W. SCHIMPERs. S. 179—224. Mit 5 Tafeln und 14 Abbildungen im Text. 1905.)
   III. Beiträge zur Kenntnis der Vegetation der Canarischen Inseln. (Mit Einfügung hinterlassener Schriften A. F. W. SCHIMPERs. S. 225—406. Mit 12 Tafeln, 2 Kärtchen und 69 Abbildungen im Text. 1907.)
7. Die Gefäßpflanzen der Deutschen Südpolarexpedition. 1901—1903. (Deutsche Südpolarexpedition 1901—1903. Band VIII. Botanik. S. 97—123. Mit 10 Abbildungen im Text. 1906.)
8. Lehrbuch der Botanik für Hochschulen, begründet von EDUARD STRASBURGER, FRITZ NOLL, HEINRICH SCHENCK, A. F. W. SCHIMPER. 1. Auflage 1894 bis 16. Auflage. 1923. Abschnitt Kryptogamen.

III. Aufsätze in Zeitschriften:

9. Über Strukturänderung submers vegetierender Landpflanzen. (Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1884. Bd. II. S. 481—486, Taf. XIV.)
10. Über die Auskleidung der Intercellulargänge (Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1885. Bd. III. S. 217—225. Taf. XIV.)
11. Über die Stäbchen in den Parenchymintercellularen der Marattiaceen. (Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1886. Bd. IV. S. 86—92. Taf. IV.)
12. Beiträge zur Kenntnis der Utricularien. *Utricularia montana* Jacq. und *Utr. Schimperi* nov. spec. (Pringsh. Jahrb. f. wiss. Botanik. Bd. XVIII. S. 218—235. Taf. VI—VIII. 1887.)
13 Über die SCHWEINFURTHsche Methode, Pflanzen für Herbarien auf Reisen zu konservieren. (Bot. Centralbl. Bd. XXXV. 1888. S. 175—176.)
14. Über das Aërenchym, ein dem Kork homologes Gewebe bei Sumpfpflanzen. (PRINGSH. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. XX. S. 526—575. Taf. XXIII—XXVIII. 1889.) Habilitationsschrift Bonn.
15. Über ein bisher noch wenig bekanntes, dem Kork homologes Gewebe. (Tagebl. der 61. Vers. Deutsch. Naturf. u. Ärzte, 1889, erschienen 1890, Vorträge der Abteilungssitzungen, S. 39—40.)
16. Über die Luftwurzeln von *Avicennia tomentosa* und *Laguncularia racemosa*. (Flora 1889, Bd. 72. S. 83—88. Taf. III.)
17. Über Zweigklimmer Brasiliens. (Vortrag. Sitz.-Ber. d. Niederrhein. Ges. für Natur- u. Heilkunde zu Bonn. 1889. S. 9—10.)

18. Über *Welwitschia mirabilis.* (Vortrag. Sitz.-Ber. d. Niederrhein. Ges. f. Natur- u. Heilkunde zu Bonn. 1890. S. 108—109.)
19. Über den Einfluß von Torsionen und Biegungen auf das Dickenwachstum einiger Lianenstämme. (Flora, Jahrg. 1893. Bd. XVII. S. 313—326. Taf. V—VI.)
20. Über das Einschließen von größeren Schnitten zur Herstellung von Demonstrationspräparaten. (Bot. Centralbl. Bd. LIV 1893. S. 1—4.)
21. Über die Bedeutung der Rheinvegetation für die Selbstreinigung des Rheines. (Centralbl. f. allg. Gesundheitspflege. Bd. XII. 1893. S. 365—386.)
22. Über die Jugendformen von Gymnospermen, speciell von *Larix europaea* DC. (Sitz.-Ber. d. Niederrhein. Ges. f. Natur- u. Heilkunde zu Bonn. 1893. S. 27—38, mit 5 Fig. i. T.)
23. Brasilianische Lianenhölzer. (Vortrag. Sitz.-Ber. d. Niederrhein. Ges. f. Natur- u. Heilkunde zu Bonn. 1894. S. 315—316.)
24. Über die Zerklüftungsvorgänge in anomalen Lianenstämmen. (Jahrb. f. wiss. Bot. 1895. Bd. XXVII. S. 581—612. Taf. XX—XXI.)
25. Brasilianische Pteridophyten. (Hedwigia. Bd. XXXV. 1896. S. 141—172.)
26. Botanischer Bericht über die Wasserpest. (Darmstadt, 1899. 8 Seiten.)
27. Über die *Robinia Pseudacacia* L. (Zeitschr. f. Berg-, Hütten- und Salinenwesen. Bd. XLVIII. Abhandlungen, S. 202—206. 1900.)
28. Nachruf auf A. F. W. SCHIMPER. (Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1901 Bd. XIX. General-Vers.-Heft, S. 54—70, mit Bildnis.)
29. Nachruf auf WILHELM SCHIMPER. (Naturwiss. Rundschau. 1902. Bd. XVII. Nr. 8.)
30. Über alte Eiben im westlichen Deutschland, im Besonderen die Eibe am oberen Schloß zu Siegen. (Verhandl. d. nat. Ver. d. preuß. Rheinlande, Westf. u. d. Reg.-Bez. Osnabrück. 59. Jahrg. 1902. S. 33—48, mit 1 Abb.)
31. Über die Phylogenie der Archegoniaten und der Characeen. (ENGLERs Bot. Jahrb. Bd. XLII. 1908. S. 1—37, mit 25 Fig. i. T.)
32 Die Vegetation Mexicos. (Vortrag im naturw. Verein zu Darmstadt am 27. IV. 1909, Referat im Darmst. Tageblatt.)
33. Entstehung der Arten. (Rektoratsrede, Darmstadt 1909. 20 S.)
34. Pfropfbastarde. (Vortrag im naturw. Verein zu Darmstadt am 12. Nov. 1912, gedr. in der Beilage zur Darmst. Zeitung vom 15. Nov. 1912, N. 270.)
35. Lianen. (Handwörterbuch der Naturwissensch. Bd. VI, mit 17 Fig. i. T. S. 176—185. 1912.)
36. Wasserpflanzen. (Handwörterbuch der Naturwissensch. Bd. X. S. 511—28, mit 30 Abb. i. T., 1913.)
37. *Acaciae myrmecophilae novae.* (FEDDE, Repertorium XII. S. 360—63. 1913.)
38. Die myrmecophilen Acacia-Arten. (ENGLERs bot. Jahrb. Bd. L. S. 449—487, mit 14 Fig. i. T. 1914.)
39. Nekrolog auf LEOPOLD DIPPEL. (Mitteil. d. Deutsch. dendrolog. Ges. 1914. S. 1—6, mit Porträt.)
40. H. SCHENCK und G. HEYL, Zur Botanik. (Odenwaldführer, 12. Aufl. S. 28—39. 1914.)
41. Die Pyramideneiche in Harreshausen. (Mitteil. d. Deutsch. dendrolog. Ges. 1916. S. 52—60, Taf. 19 u. 20.)
42. Über Verbänderungen an Nadelhölzern. (Mitteil. d. Deutsch. dendrolog. Ges. 1916. S. 37—52. Taf. 11—18.)

43. Wildgemüse. (Darmstädter Tageblatt, 1917, 29. April.)
44. Verbänderungen und Gabelungen an Wurzeln. (Flora, Bd. 11. Festschrift STAHL, S. 503—525, mit 10 Abb. i. T., 1918.)
45. MARTIN SCHONGAUERS Drachenbaum. (Naturwiss. Wochenschr. N. F. 19. Bd. S. 775—780. 1920. Auch als Separatabdruck, 16 S., mit 3 Taf.)
46. Verbänderter Lärchengipfel. (Mitteil. d. Deutsch. dendrolog. Ges. 1921. S. 117—118, mit Taf. 5.)
47. Nachrufe auf hessische Botaniker und Pharmazeuten. (BAUER, HANSTEIN, LEHMANN.) (Hessische Biographien. Bd. II. Lief. 5. S. 469—70, 481—83. 1927.)

In seinem Nachlaß fanden sich noch einige Mappen mit Material zur Bearbeitung folgender Gegenstände: Gabelung an Blättern, Nanismus, Jugendformen, Symmetrie im Pflanzenreich, aber ohne Manuskripte, die man druckfertig machen könnte.

Register zu Band XLV.

I. Geschäftliche Mitteilungen.

2. Nachrufe.

3. Wissenschaftliche Mitteilungen.

Übersicht der Hefte.

Heft 1, ausgegeben am 24. Februar 1927, S. 1—64.
Heft 2, ausgegeben am 24. März 1927, S. 65—138, mit Tafel I.
Beiliegend auf besonderem Zettel eine Berichtigung zu S. 37 des Heftes 1.
Heft 3, ausgegeben am 28. April 1927, S. 139—210, mit Tafel II.
Heft 4, ausgegeben am 25. Mai 1927, S. 211—252, mit Tafel III.
Heft 5, ausgegeben am 23. Juni 1927, S. 253—290, mit Tafel IV und V.
Heft 6, ausgegeben am 28. Juli 1927, S 291—412.
Heft 7, ausgegeben am 25. Oktober 1927, S. 413—504, mit Tafel VI—XII.
Heft 8, ausgegeben am 24. November 1927, S. 505—578, mit Tafel XIII—XV.
Heft 9, ausgegeben am 29. Dezember 1927, S. 579—618.
Heft 10, ausgegeben am 26. Januar 1928, S. 619—668, mit Tafel XVI.
Generalversammlungsheft (Schlußheft), ausgegeben am 21. April 1928, S. (1)—(106), mit der Mitgliederliste, S. *1—45*, mit Tafel (I) und 2 Bildnistafeln.
